

30. januar 2016

Evaluering av programmet Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS)

*Evaluation of the programme Maximizing
Value Creation in the Natural Gas Chain
(GASSMAKS)*

**Tomas Åström, Miriam Terrell, Annika Karmhag Olsson, Anders
Håkansson, AnnaKarin Swenning og Ingvild Storsul Opdahl**

Technopolis Sweden (Faugert & Co Utvärdering AB)

Evaluering av programmet Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS)

Evaluation of the programme Maximizing Value Creation in the Natural Gas Chain (GASSMAKS)

Technopolis Sweden (Faugert & Co Utvärdering AB), 30. januar 2016

Tomas Åström, Miriam Terrell, Annika Karmhag Olsson, Anders Håkansson, AnnaKarin Swenning og Ingvild Storsul Opdahl

Innhold

Sammendrag	1
Programmet	1
Resultater og effekter	1
Måloppnåelse og programstrategi	3
Næringspolitiske forutsetninger	3
Summary	4
The programme	4
Results and impact	4
Objective fulfilment and programme strategy	6
Industry policy-related conditions	6
1. Innledning	7
1.1 Oppdrag	7
1.2 Gjennomføring	8
1.3 Rapportstruktur	8
2. Programmet Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS)	10
2.1 Norsk produksjon og eksport av naturgass	10
2.2 Programmets tilblivelse	11
2.3 Programmets mål og innretning	12
2.4 Finansieringsanalyse	14
2.5 Relaterte satsinger	20
2.6 Nedstrømsindustriens utvikling	22
3. Resultater og effekter	23
3.1 Resultater og effekter for FoU-utførere	23
3.2 Resultater og effekter for bedrifter	27
4. Programstrategi og effektivitet	31
4.1 Styring og ledelse av programmet	31
4.2 Organisasjon og administrasjon	35
4.3 Programmets synlighet	36
4.4 Internasjonalt samarbeid	37
5. Måloppnåelse	39

6. Konklusjoner og refleksjoner	41
6.1 Resultater og effekter	41
6.2 Måloppnåelse og programstrategi	43
6.3 Næringspolitiske forutsetninger	44
6.4 Fremtiden	46

Vedlegg A Forkortelser	49
Vedlegg B Informanter	51
Vedlegg C Casestudie Non-Metallocene Organolanthanide Polymerization Catalysis	53
Vedlegg D Casestudie Plastics from CO ₂	57
Vedlegg E Casestudie SINTEF Materialer og kjemi	61

Sammendrag

Programmet Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS) startet i 2007 og hadde sin siste utlysning i 2013. Når denne evalueringsrapporten ferdigstilles i januar 2016 er 52 av 63 prosjekter avsluttet. Norges forskningsråd (NFR) har bestilt en evaluering av programmet for å få en systematisk gjennomgang av erfaringer og resultater fra programmet. Evalueringen er utført i perioden mai 2015–januar 2016 av Technopolis Sweden (Faugert & Co Utvärdering). Datainnhentingene har bestått av dokument- og registeranalyser, intervjuer, fokusgrupper, casestudier og et tolkningsseminar.

Programmet

GASSMAKS har sin opprinnelse i et forslag fra Næringslivets Hovedorganisasjon, Landsorganisasjonen i Norge og Norsk Gassforum, som ble presentert for blant annet Nærings- og handelsdepartementet (NHD) i 2005. Forslaget gikk ut på å starte et nasjonalt forskningsprogram for økt verdiskaping fra norsk naturgass gjennom industriell foredling. Forslaget ble godt mottatt, og en utredning anbefalte at programmet GASSMAKS ble opprettet fra 2007 med en varighet på 8–10 år og med et offentlig bidrag på drøyt 1 milliard kroner – dersom programmet utløste tilsvarende bidrag fra industrien. Utredningen så for seg at GASSMAKS på sikt ville bidra til å utløse industriell foredling av naturgass i Norge med et årlig verdiskapingspotensial på mer enn 10 milliarder kroner.

Den offentlige finansieringen av programmet beløper seg til 360 millioner kroner totalt, og er altså vesentlig lavere enn den opprinnelige ambisjonen. Programmet har finansiert 31 forskerprosjekter (201 mill. kr), 7 kompetanseprosjekter (29 mill. kr) og 18 innovasjonsprosjekter (110 mill. kr). Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet og SINTEF Materialer og kjemi har dominert programmet som mottakere av nesten halvparten av støtten. Bedrifter har mottatt 33 prosent av støtten.

I ettertid kan vi konstatere at flere av de grunnleggende antakelsene programmet ble basert på var mindre vellykkede – til tross for at de sannsynligvis var rimelige da programmet ble skapt. Programmet ble lansert samtidig som toneangivende bedrifter var i ferd med å selge eller nedprioritere nedstrømsvirksomheten sin, noe som innebar at flere industrianlegg som før hadde vært norske havnet i utenlandsk eie, mens andre ble lagt ned. I tillegg økte oppmerksomheten rundt klimaspørsmål og CO₂-utslipp, og Klimaforliket førte til økt usikkerhet rundt det bedriftsøkonomisk kloke i å investere i nedstrømsvirksomhet. Dessuten har ikke forhåpningen om en globalisert gasspris blitt realisert, og gassprisen har ligget betydelig høyere i Norge enn på andre markeder siden 2009. Sammenlagt har dette ført til en vesentlig kjøligere interesse enn forventet fra næringslivets side for å delta i GASSMAKS, noe som har medført at andelen innovasjonsprosjekter har blitt altfor lav. Dette har bidratt til at programmet bare har blitt rundt en tredjedel så stort som opprinnelig tenkt, ettersom den offentlige finansieringen man opprinnelig så for seg forutsatte en vesentlig større deltakelse fra industrien.

Resultater og effekter

For FoU-utførerne (universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter) er de viktigste resultatene kompetanseutvikling, vitenskapelige publikasjoner og uteksaminerte doktorer. Effektene som har oppstått består av utvidede og fordypede nettverk, og styrket internasjonalt renommé og konkurransekraft. Instituttene oppgir også at deres tiltrekningskraft overfor næringslivet har økt. Antallet fagfelleverderte publikasjoner ligger trolig på mellom 150 og drøyt 300 til sammen, hvor usikkerheten rundt antallet skyldes klassifiseringen av publikasjonene. Totalt har 38 doktorgradskandidater blitt delfinansiert gjennom programmet. Av disse ser 27 ut til å ha tatt eksamen ved utgangen av 2015. Seks av disse var da å finne ved norske universiteter, og 1 ved et norsk institutt. Programmet har også delfinansiert 33 postdoktorer. Av disse ser 22 ut til å ha avsluttet postdokortiden ved utgangen av 2015. To av disse befant seg da ved norske

universiteter, og like mange ved norske institutter. De fleste tidligere postdoktorene har forlatt Norge og bidrar dermed til å utvide de norske FoU-utførernes internasjonale nettverk. Det samme gjelder de doktorene som har flyttet utenlands.

Kompetanseutvikling er svært viktig også for bedriftene, og det er hovedsakelig de bedriftsledede innovasjonsprosjektene som står bak et stort antall bruker- og allmennrettede formidlingstiltak. Effektene som har oppstått inkluderer utvidede og fordypede nettverk, 33 nye eller forbedrede metoder/modeller/prototyper, at 5 bedrifter har innført nye eller forbedrede metoder/teknologier, og at 15 nye produkter/prosesser/tjenester er blitt ferdigstilt. I tillegg er 4 lisensieringskontrakter blitt inngått, 11 patenter blitt søkt om, og 9 nye bedrifter blitt etablert. Ti av programmets doktorer og 2 av postdoktorene jobbet ved utgangen av 2015 i bedrifter i Norge (men flere av disse bedriftene tilhører ikke programmets målgrupper).

Evalueringsens empiri omfatter flere eksempler på det som kan bli betydelige industrielle effekter, men de helt store næringsmessige effektene programskaperne så for seg har ennå ikke blitt realisert. Av de ni nye bedriftene er det tre som er engelske, mens to andre er blitt slettet. At det i 2015 ennå ikke kan konstateres noen store effekter i form av industriell foredling av naturgass er imidlertid ikke overraskende. Det kan riktignok være ganske enkelt, og dermed gå relativt raskt, å justere en eksisterende prosess slik at den blir litt mer effektiv, noe som i seg selv kan være svært verdifullt i storskala industrielle prosesser, men det er godt kjent at tidsforskyvningen mellom FoU-resultater og kommersiell implementering av ny teknologi kan variere mellom 5 og 20 år.

Når det gjelder programmets addisjonalitet er det ingen tvil om at nesten ingen av resultatene og effektene som har oppstått gjennom FoU-utførernes aktiviteter hadde oppstått dersom ikke GASSMAKS – eller annen tilsvarende offentlig finansiering – hadde funnes. GASSMAKS-forskerne mener de har blitt bedre rustet til å ta initiativ til søknader til EUs rammeprogram, men den relativt rikelige tilgangen på forskningsmidler i GASSMAKS kan delvis mistenkes å ligge bak det at GASSMAKS-forskerne likevel ikke ser ut til å ha deltatt i EUs rammeprogram i særlig høy grad (innenfor GASSMAKS' temaområder).

Bedriftsrepresentantene forklarer at programmet har betydd mye for at bedriftene i det hele tatt har kunnet gjennomføre prosjektene sine, dels fordi den offentlige finansieringen har medført en risikodeling, dels fordi de bare i begrenset grad selv er villige til å bekoste FoU utført av andre. Det er lettere for en bedrift å finansiere direkte anvendt teknologiutvikling dersom det er sannsynlig at den fører til økte inntekter eller lavere kostnader innen relativt kort tid. Når det gjelder mer langsiktig FoU (som også innovasjonsprosjekter ofte handler om sett fra et bedriftsperspektiv) foreligger det en slags markedssvikt hvor offentlig delfinansiering kan være utløsende. Likevel er det utvilsomt slik at enkelte innovasjonsprosjekter trolig ville blitt gjennomført også uten finansiering fra GASSMAKS, enten med finansiering fra et annet NFR-program eller med bedriftenes egne midler, men da sannsynligvis med et lavere ambisjonsnivå.

Effektene på samfunnsnivå er som alltid vanskelige å få grep om når det gjelder et FoU-program. FoU-utførernes vitenskapelige publikasjoner og internasjonale renommé styrker selvfølgelig bildet av Norge som kunnskapsnasjon. Av de uteksaminerte doktorene var 19 personer (70 %) igjen i Norge ved utgangen av 2015, og av de tidligere postdoktorene var 7 personer (32 %) igjen i landet på samme tid, noe som utgjør et verdifullt tilskudd til den norske humankapitalen. De tidligere postdoktorene og doktorgradskandidatene som har forlatt landet bidrar dessuten til å sette Norge på det internasjonale kartet. Det som imidlertid kan utgjøre det største bidraget når det gjelder samfunnseffekter er naturligvis at programmet til slutt fører til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass, men det er det altfor tidlig å si noe om ennå. Det er også mulig at programmet, gjennom å bidra til å høyne effektiviteten i eksisterende industrielle prosesser, kan bidra til at fabrikker i Norge ikke blir lagt ned.

Det finnes indikasjoner på at det har oppstått effekter av programmet i utlandet. To bedrifter som i stor grad bygger på resultater fra GASSMAKS har blitt kjøpt av amerikanske bedrifter, og tre av de nystartede bedriftene ligger i England.

Måloppnåelse og programstrategi

Det er vanskelig å vurdere programmets måloppnåelse ettersom delmålene og de overordnede målene er uheldig formulert. De inneholder verken kvantifisering eller tidspunkter for når de skal være oppnådd, og de overordnede målene inneholder dessuten aspekter som ikke er realistiske som mål for et FoU-program. Hvis vi ser bort fra hvordan programmålene faktisk er formulert og foretar en velvillig tolkning av de opprinnelige intensjonene, kan vi sammenlagt trekke konklusjonen at GASSMAKS – gitt de så radikalt endrede omverdensforutsetningene nevnt ovenfor – har lyktes med å leve opp til de opprinnelige intensjonene i rimelig grad.

GASSMAKS ble som sagt basert på en rekke grunnleggende antakelser som i ettertid har vist seg å være mindre vellykkede. De kan imidlertid antas å ha vært forsvarbare med den kunnskapen man hadde den gang, og programstrategien i seg selv var i grunnen riktig tenkt. Programstyret og NFR har etter beste evne forsøkt å tilpasse programmet etter de endrede forutsetningene. Resultatet av den altfor begrensede interessen fra næringslivet er imidlertid at programmets virkemiddelbruk ikke har vært hensiktsmessig med en altfor lav andel innovasjonsprosjekter, men den begrensede interessen kan ikke programstyret eller NFR lastes for.

Næringspolitiske forutsetninger

GASSMAKS tok utgangspunkt i at det burde være å foretrekke å foredle mer av den naturgassen Norge har så mye av innad i landet i stedet for å eksportere den i råvareform. Programforslaget ble hovedsakelig utarbeidet på initiativ av arbeidstaker- og arbeidsgiverorganisasjoner, trolig i den hensikt å stimulere til næringsutvikling og nye arbeidsplasser. NHD mente åpenbart at forslaget var fornuftig og bestilte et program som la tydelig vekt på næringsutvikling og økt verdiskaping for samfunnet. Nesten et tiår senere kan vi ganske enkelt konstatere at GASSMAKS grunnleggende sett er en skuffelse, i hvert fall så langt. Hvorfor har det blitt slik?

De viktigste årsakene til at næringslivets interesse for å delta i GASSMAKS viste seg å bli svakere enn forventet var at gassprisen i Norge var – og er – for høy, at Klimaforliket skapte økt usikkerhet rundt de langsiktige forutsetningene for å bedrive nedstrømsvirksomhet i Norge, og at flere industrianlegg havnet på utenlandske hender. Samlet sådde dette tvil om det bedriftsøkonomisk fornuftige i å investere i FoU for å utvide nedstrømsvirksomhet i Norge.

Programmet ser ut til å ha vært helt på linje med Soria Moria-erklæringens intensjoner fra 2005. Vi kan derfor ikke unngå å undres over hvorfor NHD bestilte et program som var tenkt å innebære en offentlig investering på én milliard kroner når regjeringen ikke var villig til å tilby de næringspolitiske forutsetningene for at næringslivet, på bedriftsøkonomisk fornuftige premisser, kunne utnytte programmets resultater? I mangel av en rimelig næringspolitikk i sammenhengen, og med programmets tydelige vektlegging av næringsutvikling og økt verdiskaping for samfunnet i mente, kan det settes spørsmålsteget ved om NHDs bestilling av programmet var gjennomtenkt.

Det faktum at det i flere tilfeller ser ut til å ha oppstått effekter av norsk FoU i utlandet, er kanskje i denne sammenhengen en indikasjon på at de næringspolitiske forutsetningene og tilgangen på risikokapital i Norge har en del mangler. Norsk FoU innenfor nedstrømsområdet er åpenbart gjenstand for internasjonal interesse, men de bedriftsøkonomiske forutsetningene for å utnytte denne FoU-en industrielt i Norge ser ikke ut til å være gode nok.

Summary

The programme Maximising Value Creation in the Natural Gas Chain (GASSMAKS) started in 2007 and had its last call for proposals in 2013. When this evaluation report was being finalised in January 2016, 52 of 63 projects had been completed. The Research Council of Norway (RCN) has procured an evaluation of the programme to get a systematic review of experiences and results of the programme. The evaluation has been conducted by Technopolis Sweden (Faugert & Co Utvärdering) in the period May 2015 to January 2016. Data acquisition has consisted of document and register analyses, interviews, focus groups, case studies and an interpretation seminar.

The programme

GASSMAKS has its origins in a proposal by the Confederation of Norwegian Enterprise, the Norwegian Confederation of Trade Unions and Norsk Gassforum, which was presented for, among others, the Ministry of Trade and Industry (NHD) in 2005. The proposal was to establish a national research programme for increased value creation from Norwegian natural gas through industrial processing. The proposal was well received, and an investigation recommended that the programme GASSMAKS should be established in 2007 with a duration of 8–10 years and with public funding of more than NOK1 billion – provided that the programme triggered matching contributions from industry. The investigation envisioned that GASSMAKS with time would contribute to industrial processing of natural gas in Norway with a value-creation potential of more than NOK10 billion annually.

The public funding of the programme amounts to NOK360m in total, which is obviously considerably less than the original ambition. The programme has funded 31 researcher projects (NOK201m), seven knowledge-building projects (NOK29m) and 18 innovation projects (NOK110m). The Norwegian University of Science and Technology and SINTEF Materials and Chemistry have dominated the programme as recipients of nearly half of the public funding. Companies have received 33 percent of the public funding.

In retrospect, we can conclude that many of the basic assumptions that the programme was based upon were inappropriate – despite probably being reasonable when the programme was created. The programme was launched just as dominating companies were in the process of selling or downgrading their downstream operations, which meant that several industry facilities that had been Norwegian became foreign-owned, while others were closed down. In addition, increased attention to climate issues and CO₂ emissions, and the political compromise Klimaforliket led to increasing uncertainty about whether investment in downstream operations were economically sound. Moreover, the anticipated globalisation of gas prices has not been realised, and the gas price has since 2009 been significantly higher in Norway than on other markets. Overall, this resulted in a significantly weaker interest than expected from the private sector to participate in GASSMAKS, which meant that the proportion of innovation projects became too low. This in turn resulted in the programme only becoming around a third as large as originally intended, since the public funding originally envisaged assumed significantly greater industry participation.

Results and impact

The main results for the R&D performers (universities, university colleges and research institutes) are competence development, scientific publications and graduated PhDs. The main types of impact are widened and deepened networks, and enhanced international reputation and competitiveness. The institutes also state that their appeal towards the private sector has increased. The number of peer-reviewed publications is probably between 150 and just over 300 in total, where the uncertainty as regards the quantity is due to the classification of publications. In total, 38 PhD students have been co-funded through the programme. Of these, 27 appear to have graduated by the end of 2015. Six of them were then with Norwegian universities and one with a Norwegian institute. The programme has also co-funded 33 postdoctoral fellows. Of these, 22

appear to have completed their postdoctoral periods by the end of 2015. Two of them were then with Norwegian universities and equally many with Norwegian institutes. Most previous postdoctoral fellows have left Norway, thus expanding the international networks of Norwegian R&D performers. The same applies to the PhDs who have moved abroad.

Competence development is also most important for companies, and it is mainly the company-led innovation projects that are responsible for a large number of user- and public-oriented dissemination activities. The main types of impact include widened and deepened networks, 33 new or improved methods/models/prototypes, that five companies have introduced new or improved methods/technologies, and that 15 new products/processes/services has been realised. In addition, four licensing contracts have been awarded, 11 patents have been applied for, and nine new companies have been established. At the end of 2015, ten of the programme's PhDs and two of the postdoctoral fellows work for companies in Norway (though several of these companies do not belong to the programme's target groups).

The evaluation's empirical evidence includes several examples of what may become significant industrial impact, but the large industrial impact that the programme's creators envisioned has not yet been realised. Of the nine new companies, three are English and two others have been closed down. However, it is not surprising that it in 2015 is not yet possible to identify a large impact in terms of industrial processing of natural gas. It may indeed be quite straightforward, and thus be relatively quickly realised, to modify an existing process so that it becomes slightly more efficient, which certainly can be very valuable in large-scale industrial processes, but it is well known that the time lag between R&D results and commercial implementation of new technologies can vary between 5 and 20 years.

As regards the programme's additionality, there is no doubt that almost none of the results and impact that have resulted through the R&D performers' activities would have arisen had not GASSMAKS – or some other public funding – been available. The GASSMAKS researchers believe that they have become more capable of initiating proposals to the EU Framework Programme. However, the relative abundance of research funding available through GASSMAKS can be suspected to at least partly be responsible for the fact that GASSMAKS researchers do not seem to have participated in the Framework Programme to any significant extent (within GASSMAKS' thematic areas).

Company representatives explain that the programme has been important for the companies to conduct their projects at all, partly because the public funding has provided risk sharing, partly because they only to a limited extent are prepared to pay for R&D performed by others. It is easier for a company to pay for directly applicable technology development if it is likely that it may lead to increased sales or lower costs within a relatively short time. As regards longer-term R&D (which also innovation projects often are from a company perspective), there is a kind of market failure that public funding may alleviate. It is nevertheless clear that some innovation projects probably would have been conducted also without GASSMAKS funding, either with funding from another RCN programme or with internal funding, but then probably with a lower ambition level.

As always, it is difficult to get a grip on the societal impact of an R&D programme. The R&D performers' scientific publications and international reputation of course strengthens the image of Norway as a knowledge society. Nineteen of the PhD graduates (70%) and seven of the former postdoctoral fellows (32%) were still active in Norway at the end of 2015, thus constituting a valuable contribution to the Norwegian human capital. The former postdoctoral fellows and PhD students who have left the country also contribute to placing Norway on the international map. However, what may constitute the largest contribution to societal impact is of course if the programme ultimately leads to increased value creation for society through industrial processing of natural gas, but it is still too soon to tell. It is also possible that the programme, by

helping to improve efficiency of existing industrial processes, can contribute to factories in Norway not being closed down.

There are indications that impact of the programme has arisen abroad. Two companies that are largely based on results from GASSMAKS have been bought by US companies, and three of the newly established companies are located in England.

Objective fulfilment and programme strategy

It is difficult to assess fulfilment of the programme's objectives, since sub-objectives and overall objectives are inappropriately formulated. They contain neither quantification nor indication of when they are to be fulfilled, and the overall objectives also contain aspects that are not realistic as objectives for an R&D programme. If we disregard how the programme objectives are actually formulated and instead conduct a benign interpretation of the original intentions, we may in aggregate conclude that GASSMAKS – given the radically altered operating environment mentioned above – to a reasonable extent has managed to live up to its original intentions.

As previously argued, GASSMAKS was based on a number of basic assumptions that subsequently have proved to be inappropriate. They can nevertheless be assumed to have been reasonable with the knowledge available at the time, and the programme strategy was in itself well considered. The programme board and RCN have done their best to try to adapt the programme to the altered operating environment. Nevertheless, the effect of the feeble industry interest is that the balance between the three project types has been inappropriate, with a too low share of innovation projects. However, this feeble interest is not the fault of the programme board or RCN.

Industry policy-related conditions

The point of departure for GASSMAKS was that it ought to be preferable to refine more of the natural gas Norway has in such abundance within the country instead of exporting it as raw material. The programme proposal was developed primarily on the initiative of employee and employer organisations, likely with the intent to stimulate industry development and new employment opportunities. NHD apparently thought that the proposal was reasonable and ordered a programme that placed obvious emphasis on industry development and increased value creation for society. Nearly a decade later, we can conclude that GASSMAKS is basically a disappointment, at least to date. Why is this?

The main reasons why industry's interest in participating in GASSMAKS proved to be weaker than expected was that the gas price in Norway was – and is – too high, that the Klimaforliket compromise increased the uncertainty about the long-term conditions for downstream operations in Norway, and that several industry facilities were sold to foreign companies. Together, this cast doubt on whether it is economically sensible to invest in R&D to expand downstream operations in Norway.

The programme seems to have been fully in line with the intentions of the government's Soria Moria declaration of 2005. We therefore cannot help but wonder why NHD ordered a programme that was intended to involve a public investment of NOK1 billion when the government was not prepared to provide the industry policy-related conditions for industry to exploit the programme results on commercially sound terms? In the absence of a reasonable industry policy in this respect, and with the programme's obvious emphasis on industry development and increased value creation in mind, it may be questioned whether NHD's order was well considered.

In this context, the fact that impact of Norwegian R&D in several instances appears to have arisen abroad may perhaps indicate that the industry policy-related preconditions and the availability of risk capital in Norway are inadequate. Norwegian downstream R&D is apparently of international interest, but the commercial conditions for industrially exploiting this R&D in Norway does not appear to be sufficiently attractive.

1. Innledning

Programmet Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS) startet i 2007 og hadde sin siste utlysning i 2013. Når denne evalueringsrapporten ferdigstilles i januar 2016 er 52 av 63 prosjekter avsluttet. Norges forskningsråd (NFR) har bestilt en evaluering av programmet for å få en systematisk gjennomgang av erfaringer og resultater fra programmet.

1.1 Oppdrag

Utgangspunktet for evalueringen har vært målene slik de er formulert i opprinnelige og reviderte programplaner for GASSMAKS (se videre avsnitt 2.3). Evalueringen har hatt i oppdrag å finne svar på følgende spørsmål:

1. Hvilke resultater og effekter har programmet ført til så langt, og hvilke fremtidige resultater og effekter kan man se for seg, for
 - deltakende bedrifter og forskningsmiljøer ved universiteter, høyskoler og institutter?
 - prosessindustrien i Norge?
 - næringspolitikken (knyttet til prosessindustrien)?
2. Har innsatsen bidratt til å utløse resultater og effekter som ellers ikke ville ha oppstått?
3. I hvilken grad har utviklingen i nedstrømsindustrien påvirket programmet, og vice versa?
4. Hvilke aktører har deltatt i programmet og hvordan har deltakelsen utviklet seg over tid?
 - I hvilken grad har relevante forskningsmiljøer blitt engasjert i programmet?
 - Hvordan har programmet påvirket forskningsmiljøer (og næringsliv) strukturelt, det vil si i hvilken grad har programmet ført til institusjonelle forandringer med hensyn til satsingsområder, strategier, styringsorganer osv.?
5. Har balansen i virkemiddelbruken i programmet vært hensiktsmessig med tanke på programmets mål?
6. Hvordan og i hvilken grad har programmet lyktes med å oppnå delmålene sine, den overordnede målsettingen med programmet?
 - Har man nådd målene for kommunikasjon og resultatspredning?
 - I hvilken grad har nivået på finansiering og utviklingen av dette påvirket måloppnåelsen i programmet?
7. Hvor godt har programmet lyktes med å få til samspill mellom grunnforskning, anvendt forskning og innovasjon? Hvilke næringsmuligheter er oppnådd?
8. Har målene og ambisjonene for programmet vært forenlige med den økonomiske innsatsen?
9. Har styringen av programmet vært hensiktsmessig i forhold til programmets mål og ambisjoner når det gjelder
 - programmets organisering og de involverte aktørenes rolle i programmet?
 - administrative prosesser som utlysninger, søknadsprosedyre og prosjektoppfølgning?
 - NFRs og deltakende aktørers ressursinnsats?
 - programmets evne til å tilpasse seg endrede rammer eller forutsetninger?

- programmets samarbeid med bestilleren Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) og med andre relaterte programmer?
10. I hvilken grad har viktige samarbeidspartnere kunnskap om og tillit til programmet? Har de blitt involvert i programmets strategiprosesser?
11. Hvordan har programmet utviklet seg over tid? Har programmet tatt konsekvensen av nye forskningsbehov og utviklet sin forskningsmessige profil?

1.2 Gjennomføring

Datainnhenting har bestått av

- dokumenter om programmet
- tellekanter for prosjektenes resultater og effekter per mai 2015, fra NFR
- lister over innvilgede prosjekter og avslåtte søknader, fra NFR
- 20 intervjuer, hovedsakelig med støttmottakere
- 3 fokusgrupper
 - NFR og NFD (3 deltakere)
 - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), SINTEF og Statoil (9 deltakere)
 - GASSMAKS' programstyre (10 deltakere)
- 3 casestudier
 - forskningsprosjektet Non-Metallocene Organolanthanide Polymerization Catalysis ved Universitetet i Bergen (UiB)
 - innovasjonsprosjektet Plastics from CO₂ (PLACO₂) ved Norner AS
 - prosjektporteføljen ved SINTEF Materialer og kjemi (SINTEF MK)
- et tolkningsseminar med 5 deltakere

Hensikten med casestudiene var å, ved hjelp av eksempler, gi en mer dyptgående forståelse for programmets betydning når det gjelder hvordan resultater og effekter har oppstått og hva programmet har betydd for deltakerne selv. Utvalget av casestudier ble foretatt blant avsluttede prosjekter som har rapportert inn spesielt omfattende resultater ifølge NFRs prosjektoppfølgning. Det ble valgt ut ett forskerprosjekt og ett innovasjonsprosjekt (for å reflektere prosjektporteføljen). I tillegg følte det uunngåelig å studere SINTEF MKs deltakelse på en eller annen måte ettersom den har vært så omfattende, og det ble til slutt bestemt at denne casestudien skulle fokusere på instituttets samlede deltakelse, som har inkludert både forsker- og kompetanseprosjekter. Utvalget av casestudier ble foretatt i dialog med NFR.

Arbeidet er utført i perioden mai 2015–januar 2016 av Tomas Åström, Miriam Terrell, Annika Karmhag Olsson, Anders Håkansson, AnnaKarin Swenning og Ingvild Storsul Opdahl, der førstnevnte har vært prosjektleder. Professor Ron Zevenhoven fra Åbo Akademi og dosent Martin Ragnar, forskningssjef ved Energiforsk AB (Stockholm), har assistert konsulentteamet i faglige spørsmål. Teamet har også blitt assistert av Tina Sajjadi og Tommy Jansson, hvor sistnevnte har vært kvalitetssikrer for oppdraget.

1.3 Rapportstruktur

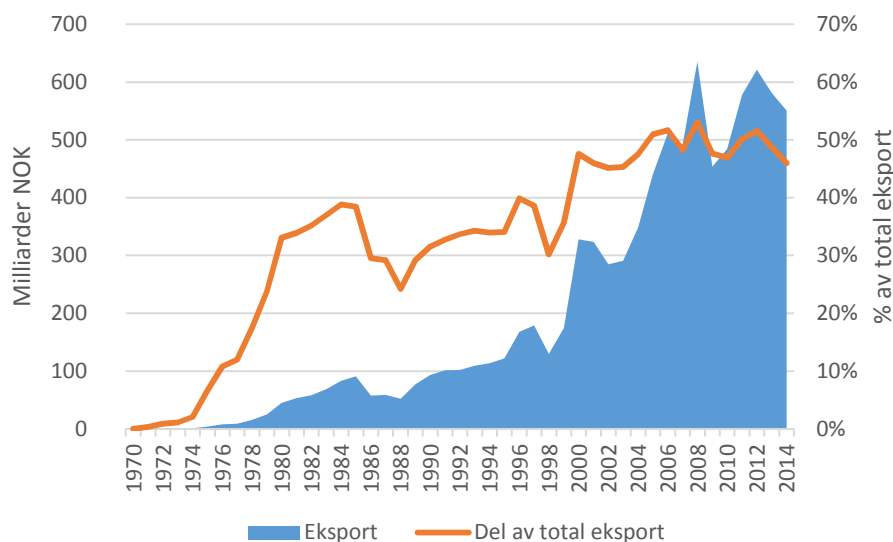
Rapporten åpner – etter dette innledende kapittelet – med en oversiktlig beskrivelse av programmet og dets kontekst i **kapittel 2**. I **kapittel 3** beskriver vi resultatene og effektene programmet har ført til og hvilke fremtidige resultater og effekter informantene ser for seg. I **kapittel 4** diskuterer vi programmets strategi og effektivitet, og i **kapittel 5** måloppnåelsen. I det avsluttende **kapittel 6** oppsummerer vi og reflekterer rundt evalueringens empiri.

I **vedlegg A** samler vi forkortelsene som forekommer i rapporten, og i **vedlegg B** redegjør vi for hvilke personer vi har intervjuet, samt for hvem som har deltatt i de tre fokusgruppene og på tolkningsseminaret. De tre casestudiene er å finne i **vedleggene C–E**.

2. Programmet Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS)

2.1 Norsk produksjon og eksport av naturgass

Det har vært produsert olje og gass på norsk sokkel siden 1971. Virksomheten har siden den tid hatt stor betydning for landets verdiskaping, se Figur 1. Nesten all produsert olje og gass blir eksportert, og eksportinntektene har i høy grad vært med på å forme landet slik vi kjenner det i dag. De siste ti årene har olje og gass stått for omtrent halvparten av Norges totale eksport med en samlet eksportverdi på cirka 500 milliarder kroner per år.



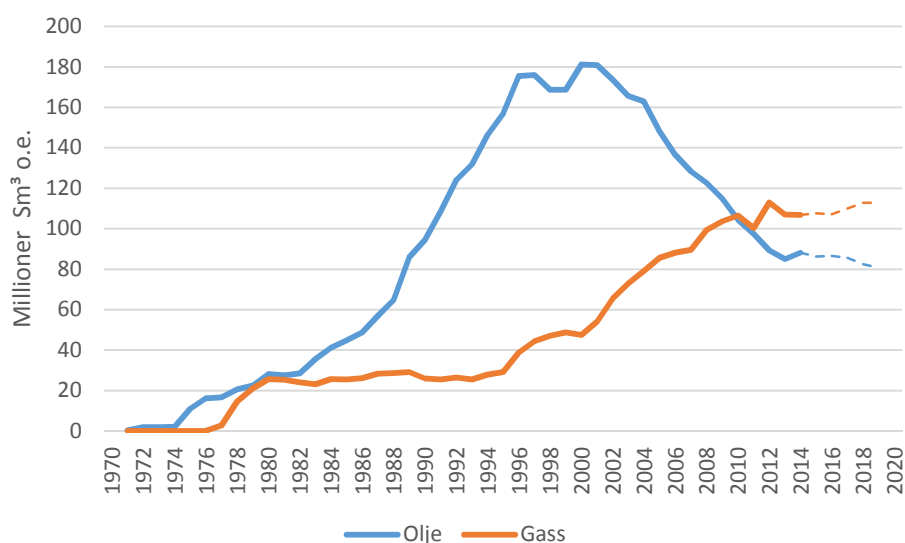
Figur 1 Eksport fra petroleumsektoren og sektorens andel av total eksport i Norge, 1971–2014. Kilder: Statistisk sentralbyrå og Finansdepartementet.

Samtidig som oljeproduksjonen er blitt halvert, har produksjonen av gass mer enn doblet seg siden århundreskiftet, se Figur 2. Produksjon og eksport av gass har med andre ord blitt stadig viktigere, og i 2014 var Norge verdens tredje største eksportør av gass (etter Russland og Qatar).¹ Prognosen er at produksjonen vil holde seg på et høyt nivå også de neste 20 årene, om enn noe under dagens. Ifølge Norsk Petroleum er det kun en tredjedel av de forventede norske gassressursene som er produsert så langt, og det antatte produksjonsnivået tilsier at ytterligere en tredjedel vil bli produsert de neste 20 årene. Da vil det stå igjen en tredjedel å produsere etter 2035, med mindre de mest optimistiske ressursanslagene slår til og tallet er enda høyere.²

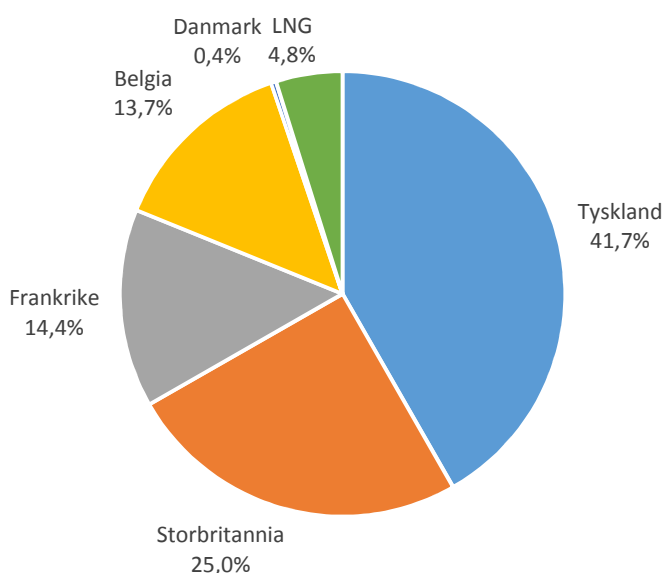
Det er omtrent bare én prosent av den norske naturgassen som blir igjen i landet. Det meste blir eksportert til Tyskland, Storbritannia, Frankrike og Belgia, se Figur 3. I motsetning til oljemarkedet har gassmarkedet et regionalt preg. Mens oljen er en global handelsvare med et verdensomspennende marked, blir så godt som all norsk gass eksportert via et nettverk av undersjøiske rørledninger innad i Europa.

¹ «The World Factbook», Central Intelligence Agency, www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2251rank.html, hentet 16.12.2015.

² «Eksport av gass», Norsk Petroleum, www.norskpetroleum.no/okonomi/eksport-av-norsk-olje-og-gass, hentet 16.12.2015.



Figur 2 Historisk og forventet produksjon av olje og gass i Norge 1971–2019. Kilde: Oljedirektoratet.



Figur 3 Norsk naturgasseksport i 2014. Kilder: Oljedirektoratet og Gassco.

2.2 Programmets tilblivelse

GASSMAKS har sin opprinnelse i et forslag fra Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO), Landsorganisasjonen i Norge (LO) og Norsk Gassforum (NGF) som ble presentert for Olje- og energidepartementet (OED), Nærings- og handelsdepartementet (NHD, nå Nærings- og fiskeridepartementet (NFD)) og Kulturdepartementet (KUD) 9.12.2005. Forslaget var utarbeidet av SINTEF og NTNU i samarbeid med og med innspill fra Institutt for energiteknikk (IFE), Rogalandsforskning (RF, nå International Research Institute of Stavanger (IRIS)), Christian Michelsen Research (CMR) og andre forskningsmiljøer, samt Norsk Hydro, Statoil, Borealis, Elkem mfl. Forslaget gikk ut på å starte et nasjonalt forskningsprogram for økt verdiskaping fra norsk naturgass gjennom industriell foredling, med arbeidstittelen «GassMaks».

I forslaget ble det konstatert at cirka 99 prosent av den norske naturgassen ble eksportert på råvarenivå, og en strategisk satsing på å oppnå merverdi ved å foredle en større del av naturgassen industrielt ble derfor foreslått. En slik satsing ville skape muligheter for regional verdiskaping og sysselsetting gjennom å gjøre eksisterende nedstrømsvirksomhet og annen petrokjemisk industri mer konkurransedyktig, samt legge grunnlaget for å etablere nye bedrifter basert på naturgass som råstoff. I forslaget ble det også påpekt at potensialet for økt verdiskaping og ny industri basert på naturgass var påvist gjennom en rekke utredninger, samtidig som bruk av naturgass ville gi store miljøfordeler. Norge ble kalt en «gasskunnskapsnasjon» som burde videreutvikles, og man så ikke mange konkurrenter på området ettersom «forskningssinnsatsen innen gassområdet ikke [var] veldig stor i verdensammenheng». Det ble blant annet vist til at EUs rammeprogram for forskning og teknologisk utvikling (FP) ikke hadde hatt olje eller gass som forskningstema siden det tredje rammeprogrammet (FP3), og at norske aktører derfor ville ha gunstige muligheter til å innta en ledende rolle.³

Forslaget ble godt mottatt, og 10.1.2006 ba NHD NFR om å gi en totalvurdering av forslaget innen 1. februar. NFR anbefalte i sitt svar av 31.1.2006 at det ble iverksatt en utredning med sikte på en flerårig forskningssatsing. Utredningen, som ble iverksatt 1.3.2006 og leverte sluttrapport 16.8.2006, anbefalte at programmet GASSMAKS ble opprettet fra 2007 med en varighet på 8–10 år og med et offentlig bidrag på cirka 1,1 milliard kroner over programmets levetid – dersom programmet utløste tilsvarende bidrag fra industrien.⁴ Programmet ville omfatte både grunnleggende kompetansebyggende forskning og industrielt rettet forskning og utvikling (FoU). Utredningen så for seg at GASSMAKS på sikt ville bidra til å utløse industriell foredling av naturgass i Norge med et årlig verdiskapingspotensial på mer enn 10 milliarder kroner.⁵

2.3 Programmets mål og innretning

Ifølge utredningen skulle GASSMAKS legge det forskningsmessige fundamentet for «økt verdiskaping i naturgasskjeden». Videre utdypet skulle programmet

[g]jennom styrket kunnskapsutvikling, næringsutvikling og internasjonal konkurransekraft bidra til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass.

For å realisere dette målet foreslo utredningen at det skulle skapes et sterkt forskningsbasert innovasjonssystem innenfor industriell foredling av naturgass gjennom en kombinasjon av grunnleggende og anvendt forskning, og at innovasjon, verdiskaping og kommersialisering skulle stimuleres. Utredningen foreslo fire temaer for GASSMAKS:⁶

- gass til plastråstoff og plast
- gass til syntetiske drivstoff og energiprosesser
- gass til materialer (metaller og verdifulle materialer)
- gass til proteiner og andre næringsmidler

³ «Forslag fra NHO, LO og NGF til et nasjonalt forskningsprogram for økt verdiskaping fra naturgass gjennom industriell foredling: 'GassMaks', 9.12.2005.

⁴ Det anbefalte beløpet inkluderte imidlertid et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI), inGAP (se avsnitt 2.5), vedtatt i juni 2006 og tildelt 80 millioner kroner over åtte år, noe som betyr at det anbefalte offentlige bidraget til GASSMAKS blir på cirka 1 milliard kroner.

⁵ «GASSMAKS. Utredning av behov for nasjonal satsing på forskning for økt verdiskaping fra naturgass gjennom industriell foredling», Endelig rapport, 15.8.2006.

⁶ Ibid.

I den første programplanen, godkjent i mars 2008 (altså etter at programmet hadde startet), ble programmets overordnede mål revidert noe og utvidet med et mål for prosjektene:⁷

Gjennom styrket kunnskapsutvikling, næringsutvikling og internasjonal konkurransekraft skal programmet bidra til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass.

Prosjektene som gjennomføres skal bygge opp kompetanse både i forskningsmiljøene og i industrien på en måte som kan gjøre det økonomisk attraktivt å investere i industriell foredling av naturgass i Norge.

Programplanen spesifiserte også en rekke delmål:

- Bidra til å bygge opp kompetanse i forskningsmiljøene som grunnlag for utvikling av ny teknologi.
- Bidra til en forskningsbasert utvikling av ny teknologi i industrien.
- Bidra til å legge grunnlaget for å implementere ny teknologi i industrien.
- Bidra til å legge grunnlaget for utvikling av ny og eksisterende næringsvirksomhet.
- Det skal tilstrebes å utvikle teknologi som innebærer en miljøforbedring i forhold til eksisterende teknologi.

Under overskriften målgrupper nevnte programplanen en rekke industrielle aktører, StatoilHydro, Yara, Elkem og INEOS, som aktive innenfor industriell foredling av naturgass i stor skala og med et forskningsengasjement i samarbeid med universitets- og instituttsektoren innenfor prioriterte temaer i GASSMAKS. Planen nevnte også Elkem, Hydro, Falconbridge og Fesil som store aktører innenfor tradisjonell metallurgisk industri i Norge, samt flere fagmiljøer ved universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter med omfattende aktivitet og høy kompetanse innenfor GASSMAKS' prioriterte områder.

I en handlingsplan fra 2012 er tre nye delmål lagt til:⁸

- utdanne personell med forskerkompetanse for rekruttering til industrien
- øke interessen fra utenlandske nedstrøms bedrifter for virksomhet i Norge
- formidle informasjon om og fra programmet

Samtidig ble et av de opprinnelige delmålene slettet («Bidra til å legge grunnlaget for å implementere ny teknologi i industrien.»).

På grunn av store endringer hos programmets industrielle brukere og i gassmarkedene siden oppstarten i 2007, bestemte programstyret at programplanen måtte revideres. I den reviderte programplanen fra juni 2013 er de overordnede målene i praksis de samme som i den opprinnelige programplanen (kun med en liten språklig endring), og delmålene er identiske, noe som innebærer at det ser ut som om endringene i delmålene i handlingsplanen er blitt reversert. De faktiske endringene i programplanen er dermed relativt subtile, og innebærer å også støtte:⁹

- bedrifter som foredler basisplaster og primære konverteringsprodukter fra naturgass (Dynea og PipeLife er lagt til de navngitte bedriftene)

⁷ «Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS). Programplan», NFR, 5.3.2008.

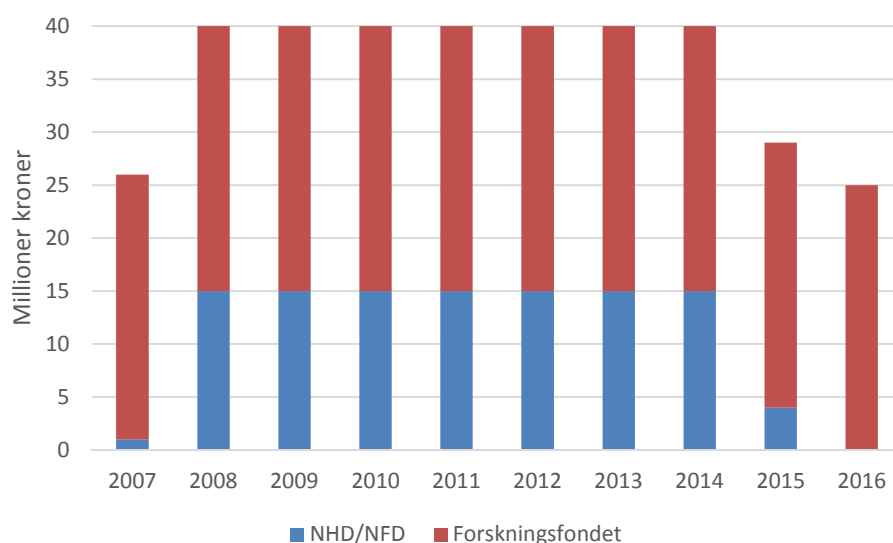
⁸ «GASSMAKS – handlingsplan 2012», NFR, 2012.

⁹ «Økt verdiskaping i naturgasskjeden – GASSMAKS. Programplan 2013–2016», NFR, 2013.

- bedrifter som bruker naturgass som reduksjonsmiddel innen tradisjonell metallurgisk industri/foredling av metalliske malmer (Rana Gruber og Alcoa er lagt til)
- forskning for å øke forståelsen rundt rammebetingelsene og de komparative fortrinnene som norsk industri vil ha knyttet til foredling av naturgass fremover

2.4 Finansieringsanalyse

Figur 4 viser kildene til programmets ressurser. NHD, senere NFD, har finansiert programmet med 15 millioner kroner de fleste årene, men mesteparten av finansieringen har kommet fra Fondet for forskning og nyskaping (Forskningsfondet) etter instruksjon fra NHD/NFD. I alt beløper finansieringen seg til 360 millioner kroner, hvorav 110 millioner kroner kommer fra NHD/NFD og 250 millioner kroner kommer fra Forskningsfondet. Det er tydelig at den totale offentlige finansieringen ble vesentlig lavere enn den opprinnelige ambisjonen, som var omtrent 1 milliard kroner. Vi kommer i senere kapitler tilbake til hvorfor det ble slik.



Figur 4 Programmets finansiering. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR og tildelingsbrev fra NHD/NFD.

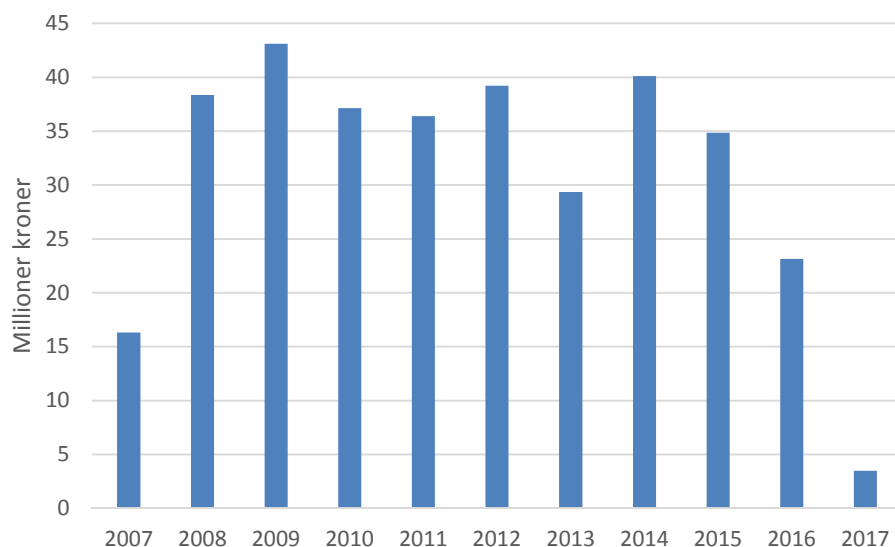
Figur 5 viser fordelingen av innvilget støtte per budsjettår, og Figur 6 viser fordelingen basert på prosjektenes startår (som selvfølgelig henger tett sammen med tidspunktene for utlysninger). Forskjellen mellom figurene skyldes at nesten alle prosjektene har vært flerårige. Til sammen har programmet finansiert 63 prosjekter med et totalt budsjett på 341 millioner kroner. I tillegg har ytterligere 44 søknader, tilsvarende 208 millioner kroner, ikke fått tilsagn om støtte. Dette innebærer en suksessrate på 59 prosent.¹⁰

Med få unntak har prosjektene fordelt seg på tre ulike søknadstyper:

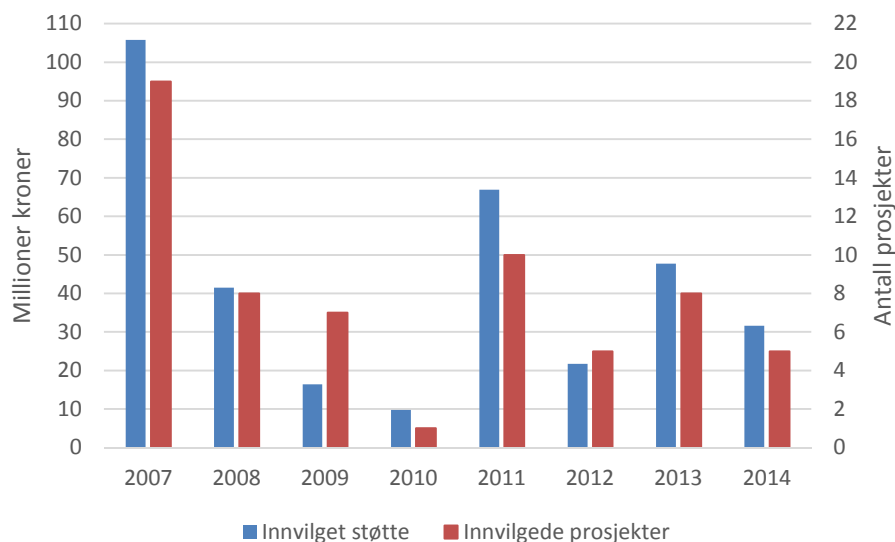
- Forskerprosjekt (FP) (31 prosjekter)
- Kompetanseprosjekt for næringslivet (KPN) (i begynnelsen av programmet Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning (KMB)) (7 prosjekter)
- Innovasjonsprosjekt i næringslivet (IPN) (tidlige Brukerstyrt innovasjonsprosjekt (BIP)) (18 prosjekter)

¹⁰ Suksessrate er kvoten mellom antall innvilgede prosjekter og antall innsendte søknader.

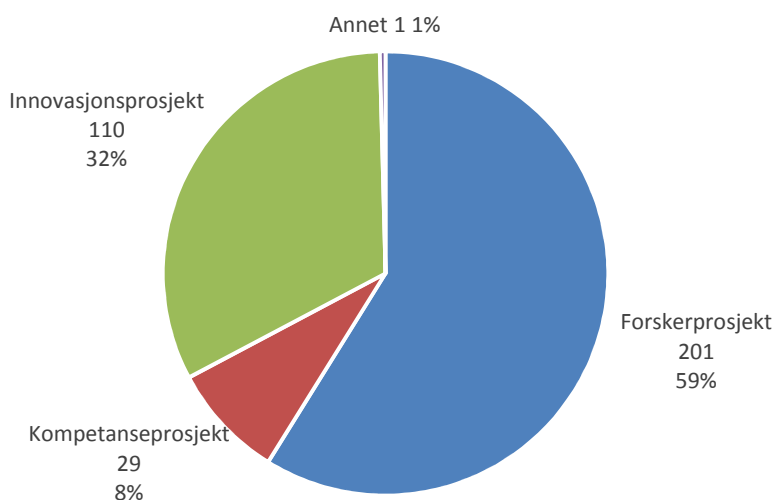
I tillegg har programmet finansiert 6 små forprosjekter og gitt 1 arrangementsstøtte. Den totale fordelingen mellom søknadstypene for hele programmet (målt i innvilget støtte) vises i Figur 7, der «Annet» er forprosjektene og arrangementsstøtten.



Figur 5 Innvilget støtte per budsjettår. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

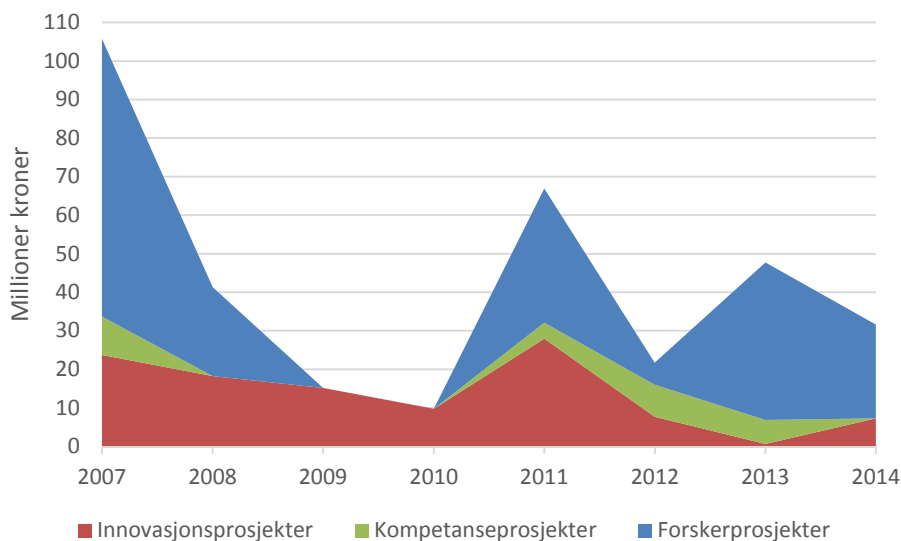


Figur 6 Støtte (venstre søyle) og antall prosjekter (høyre søyle) basert på prosjektenes startår. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.



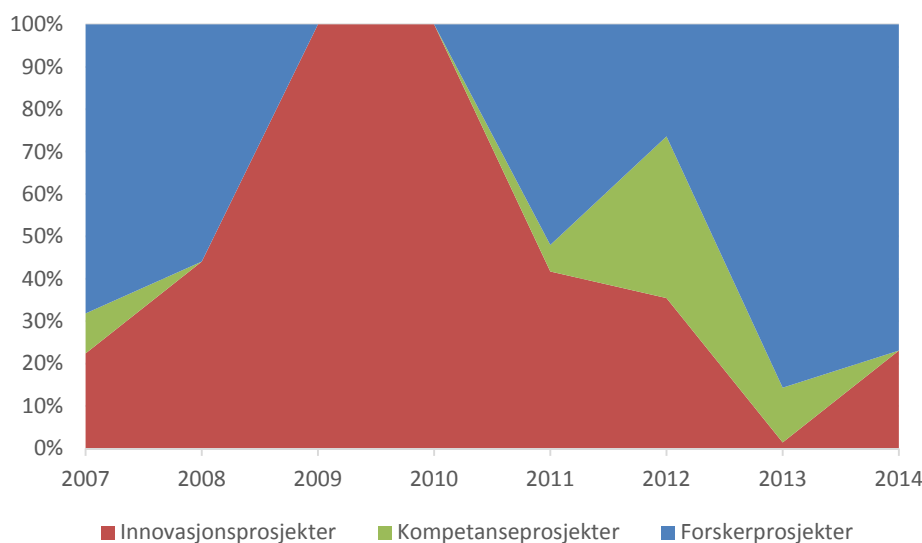
Figur 7 Støtte per søknadstype i millioner kroner og prosent. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

Figur 8 og Figur 9 viser fordelingen av støtte mellom søknadstypene basert på prosjektenes startår. Førstnevnte figur i absolutte tall (i samsvar med Figur 6) og sistnevnte figur i relative tall. Vi kommer tilbake til bakgrunnen for utviklingen mellom søknadstypene i kapittel 4.



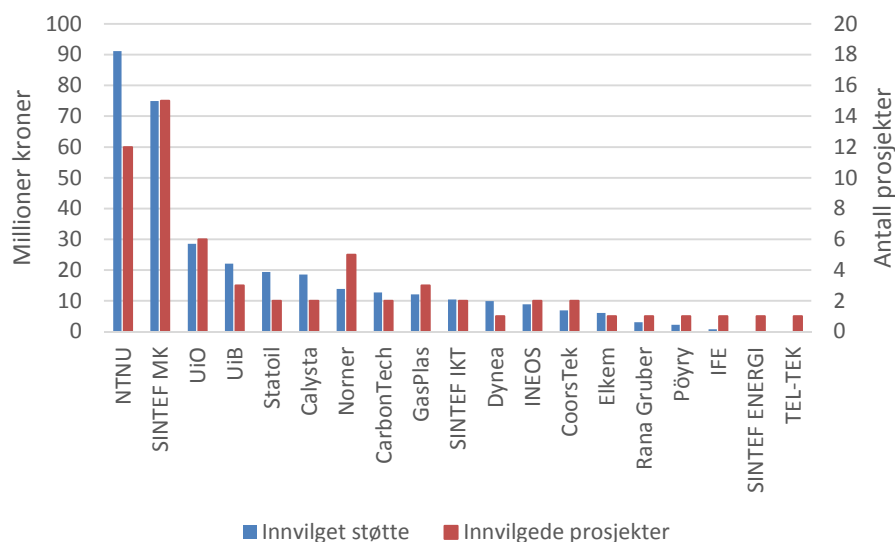
Figur 8 Støtte per søknadstype basert på prosjektenes startår i absolutte tall. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

Når programmet er avsluttet vil administrasjonen ha kostet om lag 23 millioner kroner (i tillegg til den innvilgede støtten). Mesteparten av dette er imidlertid 12 millioner kroner, tilsvarende 52 prosent, overhead for å bidra til NFRs administrasjon. Summen av den innvilgede støtten og administrasjonskostnadene overstiger den totale finansieringen (jf. Figur 4) og vil bli dekket av NFRs program Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA).



Figur 9 Støtte per søknadstype basert på prosjektenes startår i relative tall. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

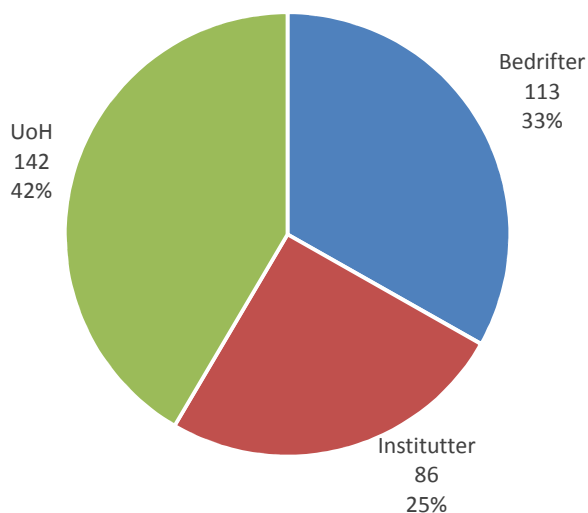
Figur 10 viser tydelig at NTNU og SINTEF MK har dominert programmet som mottakere av nesten halvparten av den totale offentlige finansieringen. NTNU har stått som mottaker av 27 prosent av den offentlige støtten og SINTEF MK av 22 prosent. En del av denne støtten har trolig blitt videreført til andre organisasjoner, men NFR har ikke opplysninger om slike overføringer, og heller ikke om hvor mye næringslivet *de facto* har bidratt med.



Figur 10 Mottatt støtte per aktør i millioner kroner (venstre søyle) og antall prosjekter (høyre søyle). Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.¹¹

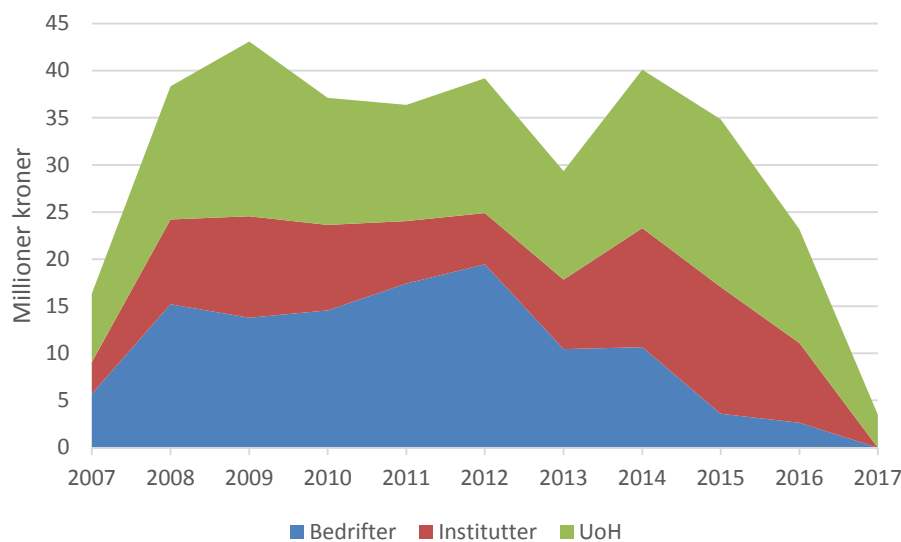
Fordelingen av støtte på ulike typer prosjektledende aktører er summert i Figur 11.

¹¹ I løpet av programmet har Calysta kjøpt Bioprotein, og CoorsTek kjøpt Protia.

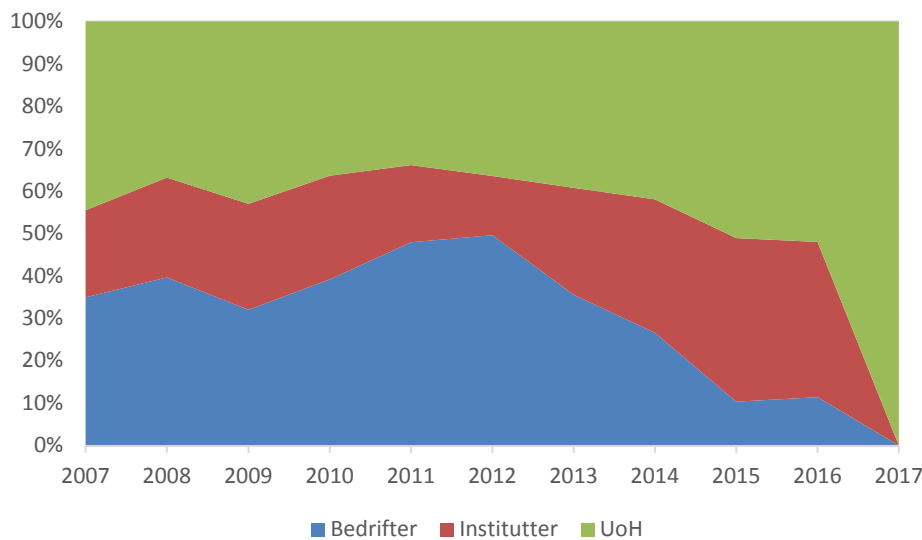


Figur 11 Støtte per type prosjektledende aktør i millioner kroner og prosent. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

Utviklingen av støtte per type prosjektledende aktør over tid vises i absolutte tall i Figur 12 og i relative tall i Figur 13.

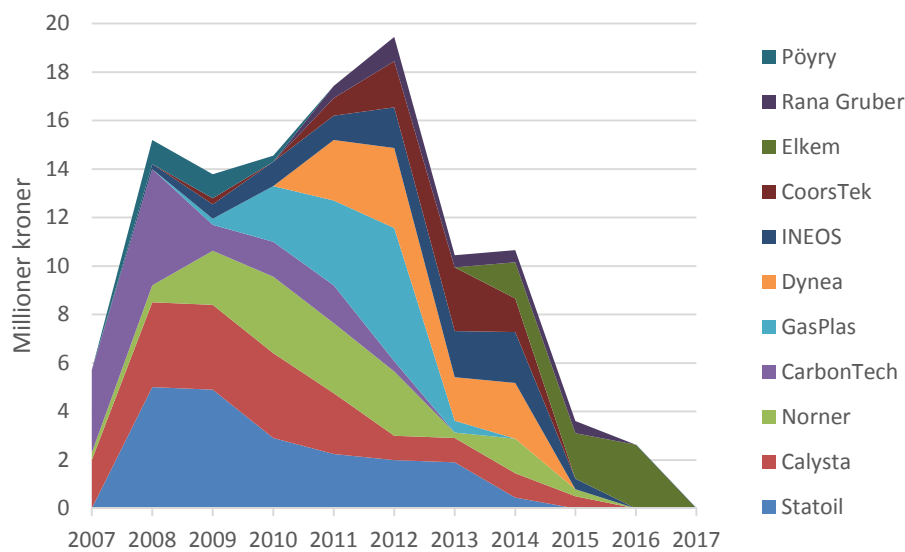


Figur 12 Støtte per type prosjektledende aktør over tid i millioner kroner. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

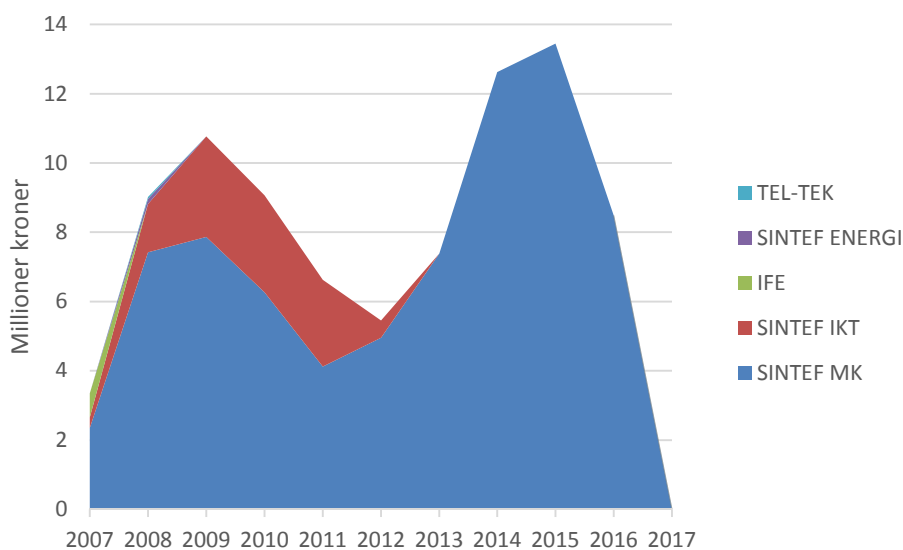


Figur 13 Støtte per type prosjektledende aktør over tid i prosent. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

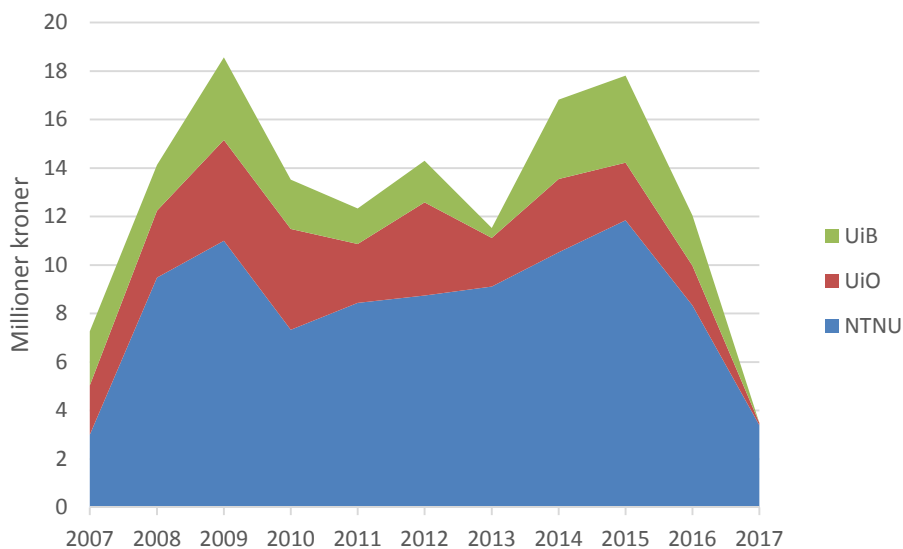
Utviklingen av støtte per prosjektledende aktør over tid vises i Figur 14–Figur 16.



Figur 14 Støtte per prosjektledende bedrift over tid i millioner kroner, sortert etter størrelse på støtten. Rekkefølgen på symbolforklaringene er den samme som på feltene i figuren. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.



Figur 15 Støtte per prosjektledende institutt over tid i millioner kroner, sortert etter størrelse på støtten. Rekkefølgen på symbolforklaringene er den samme som på feltene i figuren. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.



Figur 16 Støtte per prosjektledende UoH over tid i millioner kroner, sortert etter størrelse på støtten. Rekkefølgen på symbolforklaringene er den samme som på feltene i figuren. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

2.5 Relaterte satsinger

Det har vært flere andre relevante offentlig finansierte forskningsatsinger i løpet av GASSMAKS' levetid (2007–2017), herunder følgende:

- Den tydeligste forløperen til GASSMAKS var **Statlig FoU-program for utnyttelse av naturgass (SPUNG)** (1987–1993). Hovedmålsettingen i SPUNG var å bygge opp kompetanse og forberede Norge på en fremtid som en stor gassnasjon. SPUNG bygget opp en kompetansebase og et nettverk av personer, bedrifter, institutter og universiteter som har vært et viktig grunnlag for GASSMAKS.

- **Katalyse og organisk syntetisk kjemi (KOSK)** (2000–2006) hadde som hovedmål å gi økt verdiskaping innen norsk kjemisk industri gjennom å styrke den grunnleggende forskningen innenfor de to fagområdene.
- **Katalyse og organisk syntetisk kjemi II (KOSK II)** (2007–2012) hadde som hovedmål å bidra til miljøvennlig og bærekraftig utnyttelse av norske naturgassressurser og til økt verdiskaping i norsk kjemisk industri.
- **Fremtidens rene energisystem (RENERGI)** (2004–2013) var NFRs store program innenfor energiforskning. Programmets hovedmål var å støtte en langsiktig og bærekraftig omstilling av energisystemet for å kunne møte økt tilgang av ny fornybar energi, økt effektivisering og fleksibilitet og tettere integrasjon mot Europa.
- **Stort program energi (ENERGIX)** (2013–2022) støtter forskning på fornybar energi, effektiv energibruk, energisystem og energipolitikk. Det er et viktig virkemiddel i implementeringen av den nasjonale FoU-strategien Energi21 og andre energipolitiske mål. ENERGIX etterfølger RENERGI-programmet.
- **Program for optimal utnyttelse av Norges petroleumsressurser (PETROMAKS)** (2004–2013) hadde som hovedmål å gjennom styrket kunnskapsutvikling, næringsutvikling og internasjonal konkurransekraft bidra til at petroleumsressursene skapte økt verdi for samfunnet.
- **Stort program for petroleumsforskning (PETROMAKS2)** (2013–2022) har som hovedmål å gjennom kunnskaps- og næringsutvikling bidra til økt verdiskaping for samfunnet ved at norske petroleumsressurser utvikles og utnyttes optimalt innenfor miljømessig forsvarlige rammer.
- **Forskning, utvikling og demonstrasjon av CO₂-håndteringsteknologi (CLIMIT)** (2005–2020) har en forskningsdel som administreres av NFR og en demonstrasjonsdel som administreres av Gassnova SF. Programmets visjon er å akselerere kommersialisering av CO₂-håndtering gjennom økonomisk stimulering av forskning, utvikling og demonstrasjon.
- **Maritim virksomhet og offshore operasjoner (MAROFF)** hadde en første periode i 2002–2009 og er nå inne i sin andre periode (2010–2019). MAROFF skal bidra til å realisere Regjeringens maritime strategi for fremme av innovasjon og miljøvennlig verdiskaping i de maritime næringer.
- **Nanoteknologi og nye materialer (NANOMAT)** (2002–2011) hadde som mål å legge grunnlag for et nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og gi en bærekraftig fornyelse av etablert norsk industri innen nanovitenskap, nanoteknologi, nye materialer og integrasjon av ny teknologi i produkter og prosesser.
- **Nanoteknologi og avanserte materialer (NANO2021)** (2012–2021), oppfølgeren til NANOMAT, skal bidra til å løfte den nasjonale kunnskapsbasen på nanovitenskap og nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer til et høyt internasjonalt nivå. Nye og bærekraftige teknologiske løsninger skal møte viktige samfunnsutfordringer og legge grunnlag for næringsutvikling.
- **Innovative naturgassprosesser og -produkter (inGAP)** (2007–2015) var et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) ledet av Universitetet i Oslo (UiO). inGAPs visjon var «[v]erdiskaping i naturgassprosesser gjennom rasjonell design av prosesser og produkt basert på atomistisk og mekanistisk innsyn i katalysatorer og reaksjonsparametere under operative føresetnader».
- **Industrial Catalysis Science and Innovation for a competitive and sustainable process industry (iCSI)** (2015–2023) er et nystartet SFI ledet av NTNU. iCSIs visjon er «å etablere kompetanse og teknologi som gjør industripartnernes utnyttelse av energi og råstoffer til den beste i verden». Senteret vil utgjøre en sterk fremtidig kunnskapsbase for norsk kjemisk industri som kan

bidra til å sikre arbeidsplasser samt redusere energiforbruket og skadelige utslipp til miljøet.

- **Metallproduksjon (2015–2023)** er et annet nystartet SFI ledet av NTNU. SFI-et skal bidra til bærekraftig innovasjon for å sikre industrien i Norge best mulig forutsetninger for å utvikle nye bærekraftige produkter og stadig mer miljøvennlige og energi- og kostnadseffektive produksjonsprosesser, og til industriell vekst gjennom å danne grunnlag for raskere implementering av teknologiske gjennombrudd.

Som vi kommer inn på senere i rapporten, er det SPUNG og inGAP som har vært de viktigste satsingene i GASSMAKS' perspektiv. SPUNG som en forløper hvor det ble bygget opp viktig kompetanse som er videreutviklet i GASSMAKS, og inGAP som en parallell og komplementær satsing. Flere av personene og organisasjonene som medvirket i SPUNG har vært aktive i GASSMAKS, og flere av nøkkelpersonene i GASSMAKS har vært aktive i inGAP samtidig. (Tilsvarende er det sannsynlig at iCSI og Metallproduksjon vil videreutvikle kompetanse utviklet i GASSMAKS (og inGAP) ettersom flere personer og organisasjoner fra disse satsingene også er aktive i de nye SFI-ene. Men det er selvfølgelig altfor tidlig å konstatere noe på nåværende tidspunkt.)

2.6 Nedstrømsindustriens utvikling

Et av evalueringsspørsmålene dreier seg om i hvilken grad utviklingen i nedstrømsindustrien har påvirket programmet, og vice versa. Vi vil komme tilbake til denne utviklingen ved flere anledninger i rapporten, derfor velger vi allerede nå, som en bakgrunn, å redegjøre kort for de viktigste hendelsene i nedstrømsindustriens utvikling, se Tabell 1. Tabellen viser ingen komplett kronologi når det gjelder norsk prosess- og petrokjemisk industri, men bygger først og fremst på de hendelsene som er blitt nevnt i intervjuer og fokusgrupper, og som dermed kan tolkes som de hendelsene som har vært viktige i et GASSMAKS-perspektiv.

Tabell 1 Kronologi over nedstrømsindustriens utvikling sett fra et GASSMAKS-perspektiv. Kilder: Intervjuer, fokusgrupper, bedriftenes pressemeldinger og hjemmesider m.m. Særlig takk til Steinar Kvisle, INOVYN, for kompletteringer.

År	Hendelse
2004	Yara fisjonerer fra Norsk Hydro.
2005	Statoil selger sine 50 % av Borealis.
2005	Statoil grunnlegger GTL.F1 sammen med Petro SA og Lurgi.
2005–2006	Norsk Hydro bygger to nye klor-fabrikker på Rafnes i Grenland og øker samtidig vinylkloridmonomer-kapasiteten.
2007	Hydros olje- og gassvirksomhet fusjonerer med Statoils.
2007	Norner Innovation tar over Borealis' forskningssenter på Rafnes.
2007–2008	INEOS kjøper Norsk Hydros og Borealis' petrokjemiske virksomhet i Grenland; polypropen-fabrikken legges ned.
2008–2015	INEOS øker stadig polyvinylklorid-kapasiteten på Herøya i Grenland.
2009	Skanned-prosjektet, som innebar å bygge en rørledning for naturgass fra Kårstø i Rogaland via Rafnes til Sverige og Danmark, legges ned.
2011	Statoil selger sin del av GTL.F1.
2011	Bluestar kjøper Elkem.
2013–2015	INEOS bygger en stor etan-tank på Rafnes for import av skifergass-etan fra USA.
2014–2015	Noretyl utvider etylenkapasiteten på Rafnes.
2015	INEOS og Solvay slår sammen polyvinylklorid-virksomheten sin i INOVYN.
2015–2017	Yara bygger ny salpetersyrefabrikk og utvider gjødselkapasiteten på Herøya.

3. Resultater og effekter

I dette kapitlet gjør vi rede for de resultatene og effektene GASSMAKS-prosjektene har gitt opphav til for deltakende FoU-utførere¹² og bedrifter. Med resultater mener vi direkte resultater av prosjektene, for eksempel vitenskapelige publikasjoner, patentsøknader, ny teknologi, nye prosjekter etc. Med effekter mener vi mer gjennomgripende følger av prosjektdeltakelsen og -resultatene, for eksempel utvidet kompetanse, økt FoU-kapasitet, styrkede eller nye samarbeidskonstellasjoner, styrket konkurransekraft, utviklet produktutvalg, nye forretningsmuligheter, nye bedrifter, teknologispredning etc. På lengre sikt forventes effektene å kunne føre til den typen dyptgående og overgripende effekter med betydning for hele samfunnet som programmet har som mål. Vi venter imidlertid med en refleksjon rundt samfunnsøkonomiske effekter til kapittel 6.

For å belyse fremveksten av resultater og effekter har vi benyttet oss av data fra NFRs prosjektoppfølgning, prosjektenes sluttrapporter, programmets årsrapporter, og notater fra intervjuer, fokusgrupper og et tolkningsseminar. Vi har også utarbeidet tre casestudier, som er å finne i Vedlegg C–Vedlegg E.

Tabell 2 sammenstiller resultater og effekter fra NFRs prosjektoppfølgning fordelt på henholdsvis forskerprosjekter, kompetanseprosjekter og innovasjonsprosjekter. Tabellen omfatter informasjon fra de 44 prosjektene som hadde fått fremdrifts- og sluttrapporter godkjent ved tidspunktet for evalueringen, inklusive 24 forskerprosjekter og 5 kompetanseprosjekter ledet av FoU-utførere, og 15 innovasjonsprosjekter ledet av bedrifter (en klar majoritet av disse var vel å merke utført i samarbeid med FoU-utførere). Informasjon for de 7 forskerprosjektene, 2 kompetanseprosjektene og 4 innovasjonsprosjektene som fremdeles pågikk ved tidspunktet for evalueringen mangler i Tabell 2 (det samme gjelder informasjon for forprosjekter og arrangementsstøtte ettersom disse ikke har krav om sluttrapporter). Vi kommer tilbake til opplysningene i tabellen under tilhørende underoverskrifter senere i kapitlet.

3.1 Resultater og effekter for FoU-utførere

Kategoriene for de vitenskapelige utgivelsene i Tabell 2 er de samme som i CRISTin-systemet. Deltakerne på tolkningsseminaret var imidlertid enige om at prosjektlederne ser ut til å ha kategorisert publikasjonene med en viss grad av inkonsekvens (det er for eksempel rapportert inn urimelig mange monografier og artikler i antologier, og påfallende få publiserte foredrag fra internasjonale møter/konferanser). Disse resultatene bør derfor tolkes med forsiktighet. Ikke desto mindre ser de vitenskapelige resultatene ut til å omfatte minst 149 vitenskapelige artikler publisert i periodika og serier, og majoriteten av disse stammer ikke uventet fra forskerprosjektene. På bakgrunn av diskusjonene på tolkningsseminaret mistenker vi også at en del av artiklene som står oppført som publisert i antologier og monografier er vitenskapelige i betydningen at de har gjennomgått fagfellevurdering. I så fall dreier det seg om opp mot 320 artikler totalt, hvorav 84 prosent stammer fra forskerprosjekter. Forsker- og innovasjonsprosjektene har også presentert prosjekresultater i nesten 200 brukerrettede formidlingstiltak, inklusive i rapporter, notater, artikler og foredrag på møter/konferanser rettet mot målgruppene i prosjektene. Forskerprosjektene har resultert i bemerkelsesverdig få bidrag innenfor kategorien allmennrettede formidlingstiltak; bare fire av disse har meldt om noen aktiviteter i denne kategorien overhodet.

¹² Vi bruker for enkelhets skyld «FoU-utfører» som et samlebegrep for universiteter og høyskoler (UoH), og forskningsinstitutter, uten dermed å ignorere det faktum at flere av bedriftene også har velutviklede FoU-avdelinger.

Tabell 2 Resultater fra henholdsvis forskerprosjekter (FP), kompetanseprosjekter (KPN) og innovasjonsprosjekter (IPN). Kilde: NFRs prosjektoppfølgning.

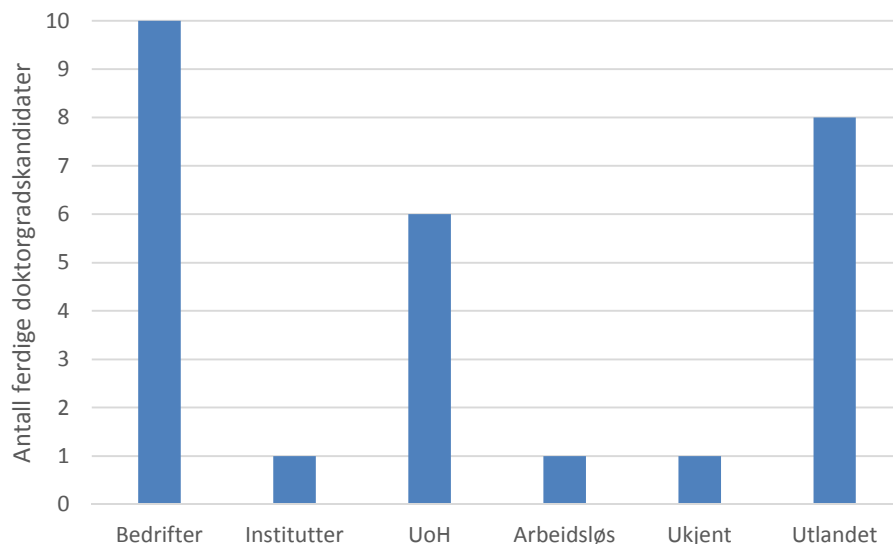
Aktivitet	Type resultat	Antall fra FP/KPN/IPN
Vitenskapelige utgivelser	Publisert artikkel i periodika og serier ¹³	113/8/28
	Publiserte monografier ¹⁴	23/0/3
	Publisert artikkel i antologi ¹⁵	133/0/12
	Publisert foredrag fra internasjonale møter	0/0/2
	Andre rapporter, foredrag mv.	1/0/15
Brukerrettede formidlingstiltak	Rapporter, notater, artikler, foredrag på møter/konferanser rettet mot målgruppene i prosjektet	138/55/351
Allmennrettede formidlingstiltak	Oppslag i massemedia (aviser, radio, TV m.m.)	0/3/46
	Populærvitenskapelige publikasjoner (artikler/bøker, debattbøker/-artikler, høringer, utstillinger, skjønnlitteratur etc.)	7/3/17
Næringsrettede FoU-resultater	Ferdigstilte nye/forbedrede metoder/modeller/prototyper	4/2/30
Innføring av nye/forbedrede metoder/modeller/teknologi for økt verdiskaping	Bedrifter som har innført nye/forbedrede metoder/teknologi	0/0/5
	Bedrifter utenfor prosjektet som har innført nye/forbedrede metoder/modeller/teknologi	0/0/1
Kommersielle resultater med bidrag fra prosjektet	Ferdigstilte nye/forbedrede produkter	0/0/6
	Ferdigstilte nye/forbedrede prosesser	0/0/7
	Ferdigstilte nye/forbedrede tjenester	0/0/2
	Inngåtte lisensieringskontrakter (ekskl. brukerlisenser for programvare)	0/0/4
	Søkte patenter (samme patent søkt i flere land regnes som ett patent)	0/1/10
Ny virksomhet	Nye foretak som følge av prosjektet	0/1/7
	Nye forretningsområder i eksisterende bedrifter som følge av prosjektet	0/0/4

¹³ Vitenskapelige artikler i periodika, serier og nettsteder (ISSN-titler): Publikasjonen er uten eget nummer, men har tilknytning til en tittel som har ISSN. Den kan ha én eller flere forfattere, og navnene er oppført i tilknytning til hver publikasjon.

¹⁴ Vitenskapelige monografier: Publikasjonen har en tittel med ISBN. Den kan ha én eller flere forfattere, og navnene er oppført i tilknytning til tittelen.

¹⁵ Vitenskapelige artikler i antologier: Publikasjonen er uten eget nummer, men har tilknytning til en tittel med ISBN. Den kan ha én eller flere forfattere, og navnene er oppført i tilknytning til hver publikasjon.

Ifølge en sammenstilling fra NFR har 38 doktorgradskandidater blitt delfinansiert gjennom programmet. Av disse ser 27 ut til å ha tatt eksamen per desember 2015.¹⁶ Figur 17 viser at 19 av disse da var igjen i Norge, 10 i næringslivet og 6 ved UoH, mens 8 hadde forlatt landet. Ytterligere 11 doktorgradskandidater var fremdeles aktive. Tilsvarende har 33 postdoktorer blitt delfinansiert gjennom GASSMAKS. Av disse ser 22 ut til å ha avsluttet postdokortiden sin.¹⁷ Figur 18 viser at 13 av disse hadde forlatt landet per desember 2015, mens 7 var aktive i Norge. Ytterligere 11 postdoktorer var fremdeles aktive.

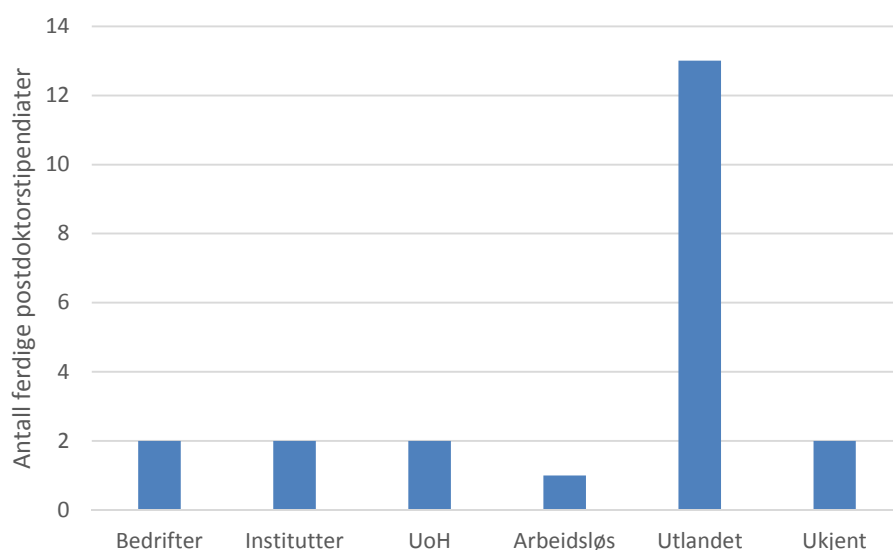


Figur 17 Tidligere doktorgradskandidaters nåværende arbeidsgivere. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

Ifølge prosjektlederne for forskerprosjektene er kompetanseutvikling og vitenskapelige publikasjoner ganske riktig de viktigste resultatene. Som forventet har FoU-utførerne publisert en betydelig mengde artikler med opphav i forskerprosjektene allerede, se Tabell 2. Programmet oppgis i noen tilfeller å ha skapt muligheter til å bygge opp kunnskap og kompetanse innenfor forskningsfelt som var relativt uutforskede ved programstart. Tre av forskerprosjektene har resultert i svært mange vitenskapelige publikasjoner (til sammen drøyt 40 prosent av de vitenskapelige publikasjonene til sammen). Ett av disse prosjektene, ledet av UiB, resulterte i blant annet 23 vitenskapelige artikler i periodika og serier og like mange artikler i antologier. De to andre forskerprosjektene, begge ledet av NTNU, produserte henholdsvis 18 og 13 vitenskapelige artikler i periodika og serier og 14 og 21 artikler i antologier. Åtte av forskerprosjektene resulterte ikke i artikler i periodika og serier i det hele tatt (ifølge NFRs prosjektoppfølgning).

¹⁶ NFRs data inneholder opplysninger på individnivå om nåværende arbeidsgivere og om hvorvidt det aktuelle prosjektet er avsluttet eller ikke. Det mangler imidlertid opplysninger om hvorvidt doktorgradskandidaten faktisk har tatt doktoreksamen. I analysen har vi antatt at de doktorgradskandidatene som er blitt finansiert i avsluttede prosjekter og de som har en arbeidsgiver som ikke er en norsk FoU-utfører har tatt eksamen, og at doktorgradskandidatene i pågående prosjekter som har en norsk FoU-utfører som arbeidsgiver ikke har tatt eksamen. Det er selvfølgelig fullt mulig at en doktorgradskandidat kan være ansatt f.eks. i en bedrift uten å ha tatt eksamen, og at en nydisputert doktor kan være ansatt ved f.eks. et universitet, så her finnes det en feilkilde. Vi tror imidlertid ikke at analysen inneholder noen store systematiske feil, og den bør dermed tegne et rimelig korrekt bilde på et overgripende nivå.

¹⁷ Antakelsene og forbeholdene i analysen for postdoktorer er de samme som for doktorgradskandidater.



Figur 18 Tidligere postdoktorers nåværende arbeidsgivere. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

I intervjuene løfter prosjektlederne frem den viktige kompetanseutviklingen programmet har ført til både for UoH og institutter. De forklarer at det er bygget opp verdensledende kompetanse innenfor blant annet *gas to liquids* (GTL), *gas to hydrogen* (GTH), *heat and mass transfer*, keramiske protonledere og bioprotein fra naturgass. Dette er imidlertid bare eksempler på oppbygget kompetanse hos FoU-utførere, og ingen uttømmende liste. Med tanke på hvilke organisasjoner som har vært mest aktive i programmet (jf. Figur 10), er det naturlig at mye av denne kompetansen er sentrert til NTNU, SINTEF MK, UiO og UiB. Det tidligere nevnte prosjektet ved UiB, som har vært spesielt produktivt vitenskapelig, er gjenstand for casestudien i Vedlegg C. Der blir prosjektets betydning for utviklingen av nye katalysatorer for produksjon av syntetisk gummi beskrevet. Casestudien om SINTEF MK i Vedlegg E beskriver hvordan de mange GASSMAKS-prosjektene ved instituttet har generert grunnleggende kunnskap som kan brukes til å effektivisere industrielle prosesser, samt benyttes innenfor andre teknologiområder. Dette betyr mye for instituttets mulighet til å være en kvalifisert ressurs for kundebedriftene sine, og det har økt instituttets tiltrekningskraft overfor næringslivet.

Intervjuobjektene påpeker at målet for forsker- og innovasjonsprosjektene generelt sett har vært grunnleggende kompetanseutvikling, og at verken patentering eller kommersialisering har vært prioritert. Imidlertid finnes det minst ett eksempel hvor forskning fra et GASSMAKS-prosjekt har blitt videreutviklet innenfor rammene av et FP-prosjekt, noe som senere har ført til salg av en lisens til tyske BASF for fremstilling av metanol fra naturgass, noe som igjen har generert inntekter til NTNU, SINTEF MK og andre partnere i FP-prosjektet.

Videre forskning og nye prosjektsøknader er noe de fleste prosjektlederne nevner som resultater, og i flere tilfeller har prosjektene helt konkret skapt et grunnlag forskergruppen kan ta utgangspunkt i. Flere av FoU-utførerne oppgir at medvirkningen i GASSMAKS-prosjekter har gjort dem bedre rustet til å ta initiativ til søknader til EUs rammeprogram, samt at de har blitt mer attraktive som partnere i slike sammenhenger, noe som blant annet blir beskrevet i casestudien om SINTEF MK i Vedlegg E. Flere forskere peker imidlertid på at mulighetene til å søke om rammeprogramfinansiering til prosjekter om gasskonvertering har vært høyst begrensede hittil. Derimot har det finnes gode forutsetninger innenfor material- og nanoteknologiområdene, så det er i stor grad et spørsmål om hvordan man «pakker inn» forskningsidéene sine. FP7-prosjektet OCMOL, der både UiO og SINTEF MK deltar fra norsk side, er et eksempel

på et prosjekt som dreier seg om konvertering av naturgass til drivstoff. En forsker ved UiO forteller at man ikke hadde kommet med i FP7-prosjektet ZeoMorph, et Marie Curie Initial Training Network, uten kompetansen om mikroporøse materialer som er blitt bygget opp gjennom GASSMAKS og inGAP.

Omtrent 60 prosent av forskerprosjektene er gjennomført uten samarbeid med noen annen part. I de forskerprosjektene som likevel er gjennomført i samspill med en annen organisasjon har denne parten i omtrent 60 prosent av tilfellene vært SINTEF. Ifølge noen intervjuobjekter bygger deres prosjekter i all hovedsak videre på tidligere samarbeid som har blitt utvidet til å omfatte flere individer. Intervjuene med FoU-utførerne peker på at prosjektdeltakelsen har vært viktig for å utvikle samspill både med andre forskergrupper og med bedrifter. Programmet har muliggjort etablering og formalisering av samarbeid som ifølge prosjektlederne ikke ellers hadde oppstått. Forskerprosjektenes betydning for internasjonal nettverksbygging blir illustrert av casestudien i Vedlegg C, der den internasjonale kontakten var – og er – omfattende, både gjennom veletablert interaksjon mellom seniorforskere i Norge og andre land, og gjennom at doktorgradskandidatene som ble delfinansiert gjennom prosjektet nå virker i andre land.

3.2 Resultater og effekter for bedrifter

18 av de 63 prosjektene i programmet er innovasjonsprosjekter ledet av en bedrift. Cirka 30 prosent av innovasjonsprosjektene har blitt gjennomført i samspill mellom parter fra alle de tre FoU-utførende sektorene (bedrifter, UoH og institutter), omtrent halvparten med samarbeid mellom bedrifter og et institutt *eller* et universitet, mens omkring 20 prosent har blitt utført av bedriften selv. I de 7 kompetanseprosjektene i programmet følger bedriftene prosjektene, men har sjelden en særlig aktiv rolle. Ved tidspunktet for evalueringen hadde 15 innovasjonsprosjekter og 5 kompetanseprosjekter blitt sluttrapportert.

Intervjuobjektene forklarer at bedriftenes viktigste årsaker til å delta i programmet har vært muligheten til å samarbeide med FoU-utførere, bedrive kompetanseutvikling, få tilgang til finansielle ressurser, samt å få tilgang til eller utvikle forbedrede prosesser og ny teknologi. Bedriftsrepresentantene forteller at programmet har hatt stor betydning for bedriftenes muligheter til å gjennomføre prosjektene i det hele tatt. Den offentlige delfinansieringen har vært viktig når det gjelder å kompensere for den risikoen det innebærer å utvikle en ny prosess eller teknologi. Med offentlig delfinansiering kan prosjektene dessuten ta høyere risiko enn de ellers kunne gjort. Et tilbakevendende eksempel på resultater for de deltakende bedriftene er interaksjon med FoU-utførere. Interaksjon med FoU-utførere har i seg selv medført en tilførsel av kompetanse som har generert nye og verdifulle idéer for bedriftene ifølge intervjuutsagnene.

Bedriftene som har deltatt i programmet har som regel sin egen FoU-virksomhet og er vant til oppdragsforskning sammen med FoU-utførere. Det GASSMAKS har tilført bedriftene er en mulighet til å finansiere FoU utført av en FoU-utfører, noe bedrifter bare i begrenset grad er villige til å bekoste selv. Innovasjonsprosjekter, som altså ofte har blitt bedrevet sammen med andre parter, ligger så pass langt fra kommersiell implementering at de aktuelle problemstillingene ikke oppfattes som altfor hemmelige. Når det senere er snakk om implementering av ny teknologi eller mer markedsnær prosess- og produktutvikling, blir denne som regel gjennomført av bedriftene selv, alternativt som rene oppdrag gitt til institutter (hvor bedriften både står for den fulle kostnaden og eier resultatene).

Som Tabell 2 viser har de avsluttede innovasjonsprosjektene resultert i 30 ferdigstilte nye/forbedrede metoder/modeller/prototyper, og kompetanseprosjektene i ytterligere 3. I tillegg har prosjektene resultert i at 5 bedrifter har innført nye/forbedrede metoder/teknologier, at 15 nye produkter/prosesser/tjenester er blitt ferdigstilt, at 4 lisensieringskontrakter er blitt inngått og at det er blitt søkt om 11 patenter. Bedriftene (som FoU-utførerne) nevner i intervjuene at det vanligst forekommende resultatet er kompetanseutvikling hos eget personale. Deretter kommer utvikling av nye prosesser og metoder, samt nye FoU-prosjekter. Intervjuobjektene bekrefter bildet i Tabell 2 av at

prosjektene ikke har resultert i patentsøknader, nye produkter og nye bedrifter i særlig høy grad. Ikke desto mindre oppgis det at 11 patenter har blitt søkt om og 8 bedrifter har blitt dannet, se Tabell 2. Disse 8 bedriftene står sammenstilt i Tabell 3, og det er verdt å merke seg at Norners prosjekt *Plastics from CO₂* står bak halvparten av de nystartede bedriftene, mens BioProtein – som ble kjøpt av amerikanske Calysta underveis i programmet – står bak ytterligere 2 bedrifter med sine 2 prosjekter. Calystas innovasjonsprosjekt *Microbial conversion of natural gas* står sammen med Norners prosjekt *Plastics from CO₂* også for majoriteten av de allmennrettede formidlingstiltakene (jf. Tabell 2), inklusive 30 av de 49 oppslagene i massemedia. Casestudien om Norners prosjekt i Vedlegg D beskriver hvor viktig prosjektet har vært for bedriften. Utover de 8 nye bedriftene som er nevnt i NFRs prosjektoppfølgning, kommer det frem i et intervju at GasPlas' prosjekt *Cold plasma conversion* har bidratt til den nye bedriften Cambridge Nanosystems i England. Sju av innovasjonsprosjektene resulterte ikke i noen kommersielle resultater (ifølge NFRs prosjektoppfølgning).

Tabell 3 Nye bedrifter som følge av programmet. Kilder: NFRs prosjektoppfølgning, proff.no og Enhetsregisteret.

Prosjekt, prosjekteier (patentsøknader, nye forretningsområder)	Nye bedrifter	Resultat før skatt (1.000 kroner)		
		2012	2013	2014
192846 <i>Plastics from CO₂</i> , Norner AS (5, 0)	Norner Verdandi AS	-1 809	-1 617	-536
	Norner IP AS	0	-3 783	-312
	CO ₂ Technologies AS	-3	-142	-91
	Econic Technologies Ltd (30 %)			
182543 <i>Microbial conversion of natural gas</i> , Calysta AS (1, 0)	BioProtein International AS	5 194	-7 503	-2 575
210416 <i>From natural gas to sustainable food</i> , Calysta AS (0, 1)	Calysta (UK) Ltd			
200527 <i>Microwave coldplasma</i> , GasPlas AS (2, 3)	MetalPlas AS (slettet fra Enhetsregisteret 6.5.2015)			
182493 <i>Recovery of CO₂ from high pressure gas</i> , NTNU (1, 0)	Memfoact AS (slettet fra Enhetsregisteret 8.4.2015)			

De fire norske bedriftene går alle med tap, noe som er vanlig for nystartede bedrifter som driver med teknologiutvikling med lave eller ingen inntekter i håp om å bli kjøpt opp eller få et markedsgjennombrudd.

Det har kommet frem flere eksempler på resultater fra prosjektene som er verdifulle for bedriftene, først og fremst i intervjuer, fokusgrupper og sluttrapporter:

- Statoil har, sammen med NTNU og SINTEF MK, videreutviklet Fischer-Tropsch- og GTL-teknologi.
- I Statoils prosjekt *Gass til materialer* ble det utviklet integrerte prosesser for effektiv produksjon av materialer og kjemikalier uten utslipp av klimagasser.
- Flere prosjekter om bruk av naturgass i metallfremstilling har ført til viktige resultater, og en del av denne forskningen går nå inn i det nye SFI-et *Metallproduksjon* ledet av NTNU:
 - Det er gjennomført innledende tester for bruk av gass i stedet for kull som reduksjonsmiddel i silisium- og ferrosilisium-produksjon for å redusere CO₂-

- utslipp. Hvis testene fortsetter å gå bra blir det sagt at dette ikke er langt fra realisering for Elkem.
- Tizir Titanium & Iron i Tyssedal har planer om å delvis erstatte kull med naturgass i en produksjonsprosess.
 - Det er utviklet prosesser for forbehandling av pellets for direkte reduksjon av jern ved hjelp av syntesgass.
 - Metoder for å bruke naturgass som kullkilde i porøse anoder for produksjon av aluminium er i en tidlig forskningsfase.
- CarbonTech har utviklet metoder for å bruke metan som råvare for å produsere sot (*carbon black*), og har testet det i pilotskala.
 - Calystas prosjekt Microbial conversion of natural gas har ført til nye fremstillingsprosesser og kommersialisering av produkter basert på biologiske produkter fra naturgass.
 - GasPlas' prosjekt Cold plasma conversion har bidratt til nye prosesser for fremstilling av hydrogengass og grafen fra naturgass (metan) og har resultert i fire patenter, utenlandske samarbeidspartnere og den nye bedriften Cambridge Nanosystems i England som i dag har 20 ansatte.
 - INEOS' prosjekt Prosessforbedring i verdikjeden fra NGL til vinylklorid har ført til forbedrede kloreringsprosesser, lavere kostnader og økt konkurransekraft. Prosessene er allerede implementert i en tysk fabrikk, skal implementeres i fabrikker i Belgia og Italia, og to nye kloreringsfabrikker er blitt bygget i Grenland. Prosjektet har også ført til økt kunnskap om cracking, og forskningen rundt dette blir fulgt opp i et bedriftsinternt prosjekt.
 - Norner har, blant annet med finansiering fra Innovasjon Norge, videreført det arbeidet som ble satt i gang gjennom prosjektet Plastics from CO₂, og blir nå betraktet som en attraktiv partner med unik ekspertise på området. Bedriften har utvidet sitt forskningsnettverk og blir i stadig høyere grad invitert til å delta i internasjonale prosjekter. Sammenlagt utgjorde GASSMAKS-prosjektet et viktig grunnlag for Norners videre utvikling på området, og som nevnt tidligere resulterte prosjektet blant annet i fire nye bedrifter og fem patentsøknader. Se casestudien i Vedlegg D.
 - UiO har sammen med CoorsTek Membrane Sciences (tidligere Protia) utviklet en ny katalysator for direkte konvertering av naturgass til benzen med store forventede effekter for petrokjemisk industri.
 - CoorsTek Membrane Sciences har utviklet keramiske protonledere, se tekstrute på neste side.

Ytterligere resultater fra programmet som blir løftet frem av programstyremedlemmer er at mange prosjekter som har resultert i forbedrede prosesser også har utviklet mer energieffektive og bærekraftige løsninger som en bieffekt. Eksempler på fremhevede prosjekter er Norners plast fremstilt av CO₂, og INEOS' prosjekt om forbedrede kloreringsprosesser. Selv de prosjektene som ikke har nådd målene sine har ført til at bedriftene har utviklet kompetanse. Én bedriftsrepresentant påpeker at det var viktig for bedriften å finne ut at en ny produksjonsprosess ikke ga tilstrekkelig kvalitet, noe som gjorde at man med god samvittighet kunne holde fast ved den etablerte produksjonsprosessen.

Flere intervjuobjekter forteller at FoU-prosjekter sjelden fører til noen virkelig store gjennombrudd. Snarere handler det om kontinuerlige forbedringer av eksisterende prosesser og produkter. Selv om de fleste intervjuobjektene ikke mener at det har oppstått nye produkter og markeder som direkte resultater av prosjektene ennå, tror de at slike effekter vil oppstå på sikt. Flere programstyremedlemmer påpeker at tiden fra forskning til kommersiell implementering i prosessindustrien kan være svært lang, opp

mot 20 år. De illustrerer gjerne med et eksempel – som også blir beskrevet i utredningen om GASSMAKS og i begge programplanene:¹⁸

Forskningen [i SPUNG] ble gjennomført i perioden 1986–1993, og førte til utviklingen av en ny prosess som gjør det mulig å produsere olefiner (råstoff for plastproduksjon) fra metanol. De første tre lisensene for denne prosessen (MTO) ble solgt i 2011/2012. Det har dermed tatt ca. 20 år før resultatene av forskningen blir industrielt implementert.

CoorsTek Membrane Sciences (tidligere Protia)

Bedriften Protia, som i løpet av programmet ble kjøpt av amerikanske CoorsTek, har hatt ett forprosjekt og ett innovasjonsprosjekt i GASSMAKS, sistnevnte med UiO som deltaker. I tillegg deltok bedriften i et av forskerprosjektene til UiO. Målet med prosjektene var å øke kunnskapen om keramiske protonledere samt å utvikle membranteknologien som bygger på keramiske protonledere for produksjon av hydrogengass, brensel og andre kjemikalier. Bedriften har også hatt prosjekter innenfor programmet NANO2021.

I dag er drøyt 50 forskere ved UiO, SINTEF MK og NTNU engasjert innenfor forskningsområdet, og Norge blir betraktet som et attraktivt sted å bygge det nye pilotanlegget CoorsTek planlegger. Her kommer protonlederteknologien til å bli demonstrert og verifisert, og forhåpningen er at den nye teknologien blant annet skal kunne bidra til et kommersielt gjennombrudd for brenselceller med bruksområde innenfor eksempelvis tungtransport, sjøfart og stasjonær energilagring.¹⁹

Per Kristian Vestre, daglig leder for CoorsTeks norske selskap, poengterer at de tre prosjektene i GASSMAKS har «lagt et vitenskapelig og teknisk fundament i verdensklasse». Uten GASSMAKS ville prosjektet trolig ha stoppet opp underveis grunnet mangel på finansiering og faglig fundament. Så om det ikke var avgjørende for å komme i gang, var programmet utvilsomt svært viktig for å holde moment og kvalitet i gjennomføringen. «Støtte fra GASSMAKS har vært avgjørende for å utløse privat kapital, og også meget viktig for å stimulere til samarbeid med SINTEF MK, UiO og [...] Instituto de Tecnología Química i Valencia.»

Protias økonomiske utvikling de siste fem årene (i 1.000 kroner, fra proff.no):

	2010	2011	2012	2013	2014
Omsetning	3 441	5 935	5 186	7 609	9 123
Resultat før skatt	-4 332	-6 165	-1 779	-6 653	-10 148

Å gå med store tap er, som beskrevet ovenfor, vanlig for teknologiutviklingsbedrifter. I dette tilfellet ser vi imidlertid at inntektene øker jevnt, noe som er et godt tegn.

¹⁸ «Økt verdiskaping i naturgasskjeden – GASSMAKS. Programplan 2013–2016», NFR, 2013.

¹⁹ «New industrial wonder material being developed in Norway», www.forskningsradet.no/prognett-nano2021/Nyheter/New_industrial_wonder_material_being_developed_in_Norway/1254011297142, hentet 22.12.2015.

4. Programstrategi og effektivitet

I dette kapitlet behandler vi GASSMAKS' programstrategi og effektivitet. Programstrategi omfatter hvor hensiktsmessig programmet ble utformet i forhold til nasjonale behov og strategiske prioriteringer og hvordan det senere har blitt implementert i tråd med opprinnelige mål og ambisjoner. Det programstrategiske perspektivet inkluderer også styring og ledelse, samt balanse mellom søknadstyper. Effektivitet viser til programadministrasjonens arbeidsmåte og ressurseffektivitet samt resultatspredning på programnivå, inklusive programmets synlighet på konferanser og i andre eksterne sammenhenger.

4.1 Styring og ledelse av programmet

Vi kan konstatere at flere av de grunnleggende antakelsene i NHO, LO og NGFs forslag fra 2005 og i utredningen fra 2006 (jf. avsnitt 2.2) i ettertid delvis har vist seg være mindre vellykkede – til tross for at de sannsynligvis var rimelige den gang. Som beskrevet i avsnitt 2.6 ble programmet lansert samtidig som toneangivende bedrifter allerede var i ferd med å selge eller nedprioritere nedstrømsvirksomheten sin, noe som innebar at flere industrianlegg som før hadde vært norske havnet i utenlandsk eie, mens andre ble lagt ned. I tillegg økte oppmerksomheten rundt klimaspørsmål og CO₂-utslipp, og det politiske kompromisset Klimaforliket kom i januar 2008. Klimaforliket innebar blant annet at «omtrent to tredjedeler av Norges utslippsreduksjoner [skulle tas] nasjonalt»²⁰, noe som var en skjerpelse i forhold til regjeringens klimamelding fra året før.²¹ Klimaforliket førte dermed til økt usikkerhet rundt det bedriftsøkonomisk kloke i å investere i nedstrømsvirksomhet. Dessuten har gassprisen siden 2009 ligget betydelig høyere i Norge enn på andre markeder, for eksempel i USA og Storbritannia. Forhåpningen om at gassprisen skulle globaliseres, som blir omtalt i programmets årsrapport fra 2007²², har uansett ikke blitt realisert ennå. Disse endrede forutsetningene har gjort det mildt sagt vanskelig å lykkes med programmets opprinnelige intensjoner. I etterpåklokskapens lys er deltakerne i de tre fokusgruppene likevel enige om at de grunnleggende antakelsene etter alt å dømme var forsvarbare med den kunnskapen man hadde da, og at programstrategien var rimelig.

Som beskrevet i avsnitt 2.2 var GASSMAKS utvilsomt en politisk bestilling, men etter at programmet ble til har styringen fra politisk nivå vært begrenset. Den politiske styringen som ikke desto mindre har funnet sted har bestått av at NHD/NFD, etter dialog med NFR, har fattet vedtak om programmets finansielle ressurser og løftet frem behovet for en høy deltakelse fra næringslivet. I tildelingsbrevet for 2009 understreker NHD «betydningen av at næringslivet i større grad enn i dag deltar, og at det blir flere brukerstyrte prosjekter». ²³ Tildelingsbrevene for 2010–2015 inneholdt gjentatte oppfordringer om økt deltakelse fra næringslivet samt krav om egen tilbakerapportering for slik deltakelse. Ifølge NFD har næringspolitikken vært næringsnøytral i perioden, så prosessindustrien har verken hatt fordeler eller ulemper.

I tildelingsbrevet for 2006 anga NHD at opptil 2 millioner kroner av departementets økte investeringer til store programmer i løpet av året kunne brukes til en oppstart av det som senere ble GASSMAKS. I tildelingsbrevet for 2007 satte NHD av 1 million kroner til GASSMAKS, og i tildelingsbrevene for 2008–2014 ble det satt av 15 millioner kroner per år til programmet. For 2015 var summen 4 millioner. De resterende midlene til programmet har kommet fra Forskningsfondet (jf. Figur 4). Som avsnitt 2.2 viste var den opprinnelige intensjonen, både i forslaget og utredningen, at den offentlige finansieringen skulle øke til 100 millioner kroner per år – under forutsetning av at

²⁰ H. Ertzeid, «2/3 skal kuttes hjemme», Aftenposten, publisert 17.1.2008, www.aftenposten.no/klima/23-skal-kuttes-hjemme-6504734.html, hentet 28.12.2015.

²¹ «Norsk klimapolitikk», St.meld. 34 (2006–2007), Miljøverndepartementet, 2007.

²² «Årsrapport 2007 Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS) 2007–2017», NFR.

²³ «Norges forskningsråd – tildelingsbrev 2009», 200802538-25/SAR, NHD, 2009.

programmet ville «utløse tilsvarende bidrag fra industrien». Utredningen slår fast at «[d]et er en forutsetning at hovedvekten av prosjektene i GASSMAKS (antydningssvis 70–80 %) har en betydelig økonomisk medvirkning fra industrielle aktører». NFD mener departementets forventning ved starten av programmet var at 60 prosent av de offentlige midlene skulle gå til innovasjonsprosjekter, men som vi kan se av Figur 7 ble denne andelen bare drøyt halvparten så stor. Ettersom de store bidragene fra næringslivet, som ble forutsett i utredningen, uteble, motsatte NHD seg NFRs forslag om økninger av det offentlige bidraget etter 2008.

Under gjennomføringen av programmet er det i all hovedsak programstyret som har styrt programmet. Våren 2007 hadde programstyret et utkast til en programplan på dagsordenen ved tre ulike styremøter, men på grunn av tidsmangel ble den ikke vedtatt før i mars 2008.²⁴ Ifølge NFR var det imidlertid ingen formelle krav om å ha en programplan på den tiden, og ettersom den gjennomførte utredningen var så pass grundig fungerte denne i praksis som programplan frem til da.

I og med den første utlysningen i 2007, som var åpen for alle søknadstyper, fikk programstyret et tydelig signal om at industriinteressen var lavere enn forventet (jf. Figur 8 og Figur 9). Derfor ble kommende utlysninger styrt i retning av å forsøke å øke industrideltakelsen. Her skal det imidlertid påpekes at utredningen forutså at forskerprosjekter ville dominere i begynnelsen og at det ville ta tid å mobilisere industriens interesse for fullt. Derfor er det ikke så sikkert at dette signalet ble oppfattet som så alvorlig allerede da. Ikke desto mindre illustrerer Tabell 4 at utlysningene i 2008–2010 ikke var åpne for søknader om forskerprosjekter, men fokuserte på innovasjonsprosjekter (som da het BIP) og i 2008 også på kompetanseprosjekter (som da het KMB). Selv om dette naturligvis førte til at andelen støtte til innovasjons- og kompetanseprosjekter økte (jf. Figur 9), sank støtten til innovasjonsprosjekter i absolutte tall tre år på rad (jf. Figur 8).

For å oppnå økt deltakelse fra næringslivet åpnet programstyret programmet for andre brukere i 2010:²⁵

Programmet har revidert sin strategi (Handlingsplan for 2011) slik at det vil bli et økt fokus på bruk av gass i metall og mineralproduserende industri i årene som kommer. Det vil også bli økt fokus på samarbeid med internasjonale aktører innenfor petrokjemisk industri.

I og med at utlysningens tematiske omfang dermed ble utvidet i 2011, økte støtten til innovasjonsprosjekter tydelig i absolutte tall. Samtidig sank imidlertid andelen ettersom et stort antall forskerprosjekter ble innvilget samtidig (jf. Figur 8 og Figur 9). I utlysningen for 2012 ble også «prosesser for fremstilling av materialer og mineraler hvor naturgass brukes som reduksjonsmiddel» adressert, og det ble understreket at det var en «bred tematisk [utlysning] åpen for næringslivet innenfor prosessstekniske problemstillinger som er relevant for prosesser med naturgass som innsatsfaktor». I en av utlysningene for 2013 tydeliggjøres det at «GASSMAKS også kan støtte opp under gode prosjekter basert på nye oppdagelser og ideer til foredling av naturgass». Videre heter det: «Her er den overordnede målsetningen 'økt verdiskaping i naturgasskjeden' sentral». Til tross for disse tematiske utvidelsene var industriinteressen åpenbart svært begrenset (jf. Figur 8). I den siste utlysningen ble det også utlyst støtte til «internasjonale konferanser som kan bidra til økt kunnskap om industriell bruk av naturgass innenfor kjemisk konvertering og metallurgisk industri». Resultatene av utvidelsene slik de er blitt dokumentert i programmets årsrapporter for 2011–2013 gjengis i Tabell 5.

²⁴ «Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS). Programplan», NFR, 5.3.2008.

²⁵ «Årsrapport 2010 Økt verdiskaping i naturgasskjeden (GASSMAKS)», NFR.

Tabell 4 Utlysningenes innretning. Kilde: www.forskningsradet.no/no/Utlysning/GASSMAKS/1161810142096/p1173268235938?visAktive=false, hentet 20.12.2015.

År	Søknadstype	Utlysningenes omfang
2007	BIP, KMB, FP	Ikke spesifisert.
2008	BIP, KMB	<ul style="list-style-type: none"> • prosesseteknikk og katalyse i petrokjemiske prosesser
2009	BIP	<ul style="list-style-type: none"> • produksjon av syntetisk drivstoff og metanol
2010	BIP	<ul style="list-style-type: none"> • prosesseteknikk for materialer med naturgass som vesentlig innsatsfaktor • kjemitekniske problemstillinger knyttet til disse prosessene
2011	IPN	<ul style="list-style-type: none"> • prosesseteknikk og katalyse i petrokjemiske og andre kjemiske og mikrobiologiske prosesser basert på naturgass eller de primære konverteringsproduktene (for eksempel metanol, ammoniakk og basisplastene) • prosesser for fremstilling av materialer og mineraler ved bruk av naturgass • kjemitekniske problemstillinger knyttet til prosessene nevnt over
	KPN prioritert. Hvis kvaliteten på søknadene ikke er tilfredsstillende kan det også bevilges midler til FP.	<ul style="list-style-type: none"> • kjemiteknikk og katalyse i petrokjemiske og andre kjemiske, metallurgiske og mikrobiologiske prosesser basert på naturgass eller de primære konverteringsproduktene (for eksempel metanol, ammoniakk og basisplastene)
	KPN prioritert. Hvis kvaliteten på søknadene ikke er tilfredsstillende kan det også bevilges midler til FP.	<ul style="list-style-type: none"> • prosesseteknikk og katalyse i petrokjemiske og andre kjemiske, metallurgiske og mikrobiologiske prosesser basert på naturgass eller de primære konverteringsproduktene (for eksempel metanol, ammoniakk og basisplastene) • prosesser for fremstilling av materialer og mineraler hvor naturgass brukes som reduksjonsmiddel • kjemitekniske problemstillinger knyttet til prosessene nevnt over
2012	IPN	<ul style="list-style-type: none"> • bred tematisk utlysning åpen for næringslivet innenfor prosessetekniske problemstillinger som er relevant for prosesser med naturgass som innsatsfaktor • Prosesser som baserer seg på de primære konverteringsproduktene av naturgass er relevante. • prosesseteknikk og katalyse i petrokjemiske og andre kjemiske, metallurgiske og mikrobiologiske prosesser basert på naturgass eller de primære konverteringsproduktene som for eksempel metanol, ammoniakk og basisplastene • prosesser for fremstilling av materialer og mineraler ved bruk av naturgass • kjemitekniske problemstillinger knyttet til prosessene nevnt over
	KPN prioritert. Hvis kvaliteten på søknadene ikke er tilfredsstillende kan det også bevilges midler til FP.	<ul style="list-style-type: none"> • kjemiteknikk og katalyse i petrokjemiske og andre kjemiske, metallurgiske og mikrobiologiske prosesser basert på naturgass eller de primære konverteringsproduktene som for eksempel metanol, ammoniakk og basisplastene • prosesser for fremstilling av materialer og mineraler hvor naturgass brukes som reduksjonsmiddel • De ovennevnte temaene skal ikke være til hinder for at GASSMAKS også kan støtte opp under gode prosjekter basert på nye oppdagelser og ideer til foredling av naturgass. Her er den overordnede målsettingen «økt verdiskaping i naturgasskjeden» sentral.
2013	IPN	<ul style="list-style-type: none"> • GASSMAKS lyser ut penger til internasjonale konferanser som kan bidra til økt kunnskap om industriell bruk av naturgass innenfor kjemisk konvertering og metallurgisk industri. Utlysningen omfatter søknader om støtte til konferanser vedrørende kjemiteknikk og katalyse i prosesser relatert til gasskonvertering. Videre omfatter utlysningen konferanser vedrørende metallurgiske applikasjoner av naturgass.
	Arrangementsstøtte	

NFR understreker at søknadene om innovasjonsprosjekter som regel har holdt tilfredsstillende kvalitet og at de aller fleste derfor har blitt innvilget. Mangelen på innovasjonsprosjekter i forhold til forventningene skyldes derfor hovedsakelig antallet søknader (og størrelsen på budsjettene deres), og ikke i så stor grad søknadenes kvalitet. Ettersom antallet søknader om innovasjonsprosjekter har vært for lavt har, som nevnt ovenfor, de avsatte midlene i flere utlysninger blitt brukt til å innvilge flere forskerprosjekter i stedet, noe som har resultert i den uønskede balansen mellom prosjekttypene.

Tabell 5 Resultater av programmets endrede innretning fra og med 2011. Kilder: GASSMAKS' årsrapporter 2011–2013.

Økt fokus på ...	Resultater
... bruk av gass i metall- og mineralproduserende industri	2011: Rana Gruber får innvilget et BIP for videreføring av jernmalm med naturgass.
	2012: To FP og ett KPN hvor naturgass skal brukes i aluminium- og kiselproduksjon blir innvilget.
	2013: Ett FP og ett BIP hvor naturgass skal brukes i aluminium- og kiselproduksjon og til reduksjon av krom blir innvilget.
... samarbeid med utenlandske petrokjemibedrifter	2011: Programstyret gjennomfører en studiereise til Totals pilotanlegg for produksjon av olefiner fra metanol i Feluy.
	2012: Programstyret besøker (italienske) ENIs anlegg i Hammerfest.
	2013: NTNU får innvilget delfinansiering av sitt vertskap for Natural Gas Conversion Symposium i Tromsø i 2016.

Programstyret har altså forsøkt å stimulere til økt industrideltakelse for dermed å oppnå en bedre balanse mellom de tre søknadstypene. Styret skal ha lagt ned «mer arbeid enn vanlig» på dette. Det går frem av programmets årsrapporter at programstyret også har satt i gang flere utredninger, arrangert seminarer og besøkt utenlandske bedrifter. I 2007 besøkte programstyret Haldor Topsøe i Danmark, CMAI og Jacobs i England, samt BASF i Tyskland for å lære mer om utviklingen av markedet for petrokjemikalier og mulighetene for integrasjon av ulike typer kjemiske anlegg. Høsten 2008 ble det arrangert et strategisk seminar i Trondheim med tittelen «New business opportunities in a changing gas market», som rettet seg mot spesielt inviterte norske og utenlandske deltakere. I 2008 startet et arbeid med å dokumentere den samfunnsøkonomiske betydningen av industriell anvendelse av naturgass i Norge. Dette arbeidet, som ble finansiert av GASSMAKS og gjennomført av Econ Pöyry og Jacobs Consultancy, ble presentert på et seminar i Trondheim våren 2009. Sommeren 2011 ble det gjennomført et kunnskapsprosjekt med mål om å se på de norske rammebetingelsene for industrietablering og gassprisenens utvikling i lys av økt utvinning av skifergass i USA. Prosjektet ble gjennomført av Sund Energy etter konkurranseutsetting. I 2011 ble det også gjennomført en studietur til Totals pilotanlegg for MTO i Belgia og et møte med CMAI om utviklingen i gassmarkedet. I 2013 ble det ferdigstilt et kunnskapsprosjekt med mål om å se hvordan norsk industri kunne få tilgang til naturgass til lavere eller samme pris som ble tilbudt europeisk industri. Prosjektet resulterte i et forslag om en gassbørs i Nordsjøen som ble presentert på GASSMAKS-konferansen i april 2013. Dette forslaget lå til grunn for et Dokument 8-forslag fra Fremskrittspartiet og Høyre til Stortinget for å gi «bidrag til at norsk gassråvareindustri og gassbasert foredlingsindustri får tilgang til gass på et internasjonalt konkurransedyktig nivå». Forslaget ble imidlertid ikke vedtatt i juni 2013.²⁶

På bakgrunn av den svake industriinteressen konkluderer deltakerne i fokusgruppene med at det foreliggende programbudsjettet har svart til de faktiske behovene, og at et større budsjett sannsynligvis ikke ville ført til større resultater og effekter i næringslivet. Ettersom industriens interesse, og i enkelte tilfeller finansielle forutsetninger, for å

²⁶ Innst. 501 S (2012–2013), Innstilling til Stortinget fra energi- og miljøkomiteen, Dokument 8:119 S (2012–2013).

investere i FoU åpenbart har utgjort en begrensning for programmet, skal det legges merke til at en del av ressursene bedriftene var villige til å investere gikk til den parallelle satsingen inGAP som i stor grad rettet seg mot de samme bedriftene og i flere henseender behandlet lignende spørsmål. Enkelte av disse bedriftene hadde langsiktige finansieringsforpliktelser i inGAP, mens de kunne søke om støtte prosjekt for prosjekt i GASSMAKS. Derfor måtte de potensielle GASSMAKS-søknadene kanskje vike når bedriftene hadde knapt med ressurser. En fokusgruppedeltaker mener at det ikke ville ha blitt flere innovasjonsprosjekter i GASSMAKS uten inGAP, men muligens flere kompetanseprosjekter. Det skal samtidig legges merke til at det har forekommet samarbeid mellom GASSMAKS og inGAP og at det i stor grad er de samme personene som har vært aktive i begge satsingene, noe som oppgis å ha medført synergier dem imellom som har styrket både forskningsmiljøene og satsingenes måloppnåelse.

4.2 Organisasjon og administrasjon

Programstyret har hatt åtte medlemmer, hvorav seks har kommet fra næringslivet og to fra FoU-utførere. Individene har variert, og i 2015 kom programstyrets medlemmer fra Statoil, Terica, Elkem Carbon, INEOS ChlorVinyls, North Energy, Norner, UiO og SINTEF MK. Programstyret har som regel hatt tre til fire møter per år, og et par av disse har blitt samordnet med inGAP. Programmets sekretariat har bestått av en programkoordinator og en seniorrådgiver, begge fra NFR.

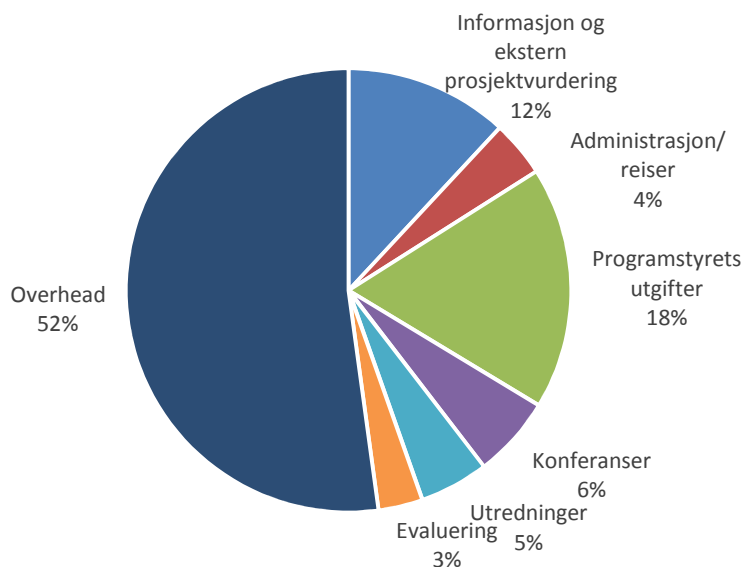
Næringslivet er åpenbart godt representert i programstyret og har i høy grad vært delaktig helt siden utarbeidelsen av det opprinnelige programforslaget, i utredningen og i ledelsen av programmet. Representanter fra næringslivet har også deltatt i ekspertpanelene som har vurdert søknader om innovasjonsprosjekter (mens søknader om forsker- og kompetanseprosjekter har blitt vurdert av utenlandske forskere).

Programstyrets beslutningsprosess har startet etter at ekspertpanelenes vurderinger er blitt sammenstilt i en rankingliste med alle søknader, inklusive hvilke som er foreslått innvilget og hvilke som er foreslått avslått, samt de søknadene som ligger i en gråsoner midt imellom. Programstyret har kunnet sette spørsmålsteget ved enkeltsøknader, noe som har medført at disse er blitt flyttet til gråsonen. De søknadene som deretter har stått igjen på hver sin side av gråsonen har blitt henholdsvis innvilget og avslått gruppevis. Når det er blitt fattet vedtak om enkeltsøknader i gråsonen, har NFRs habilitetsregler blitt nøye fulgt ved at medlemmer som har kunnet føre til inhabilitet ved sitt nærvær har måttet forlate rommet. Programstyrets medlemmer har vel å merke ikke deltatt i vurderinger av søknader selv, men bare hatt tilgang til ekspertpanelenes oppsummerende vurderinger.

Evalueringsens samlede empiri indikerer at GASSMAKS' administrative prosesser har fungert godt. NFR har et veletablert system for oppfølging og rapportering av finansierte prosjekter. De intervjuede prosjektlederne mener at systemet er tydelig og enkelt å forstå, og opplever at rapporteringskravene er rimelige. Enkelte prosjekter har hatt vanskelig for å rekruttere doktorgradskandidater fort nok, og noen doktorgradskandidater har hatt foreldrepermisjon. I slike tilfeller har NFR opptrådt pragmatisk og forlenget prosjektens gjennomføringstid, noe som forklarer hvorfor enkelte prosjekter ikke blir avsluttet før i 2016 og 2017.

Som nevnt i avsnitt 2.4 vil administrasjonen ha kostet om lag 23 millioner kroner når programmet er avsluttet. Av dette er imidlertid mesteparten 12 millioner kroner overhead, tilsvarende 52 prosent, for å bidra til NFRs administrasjon, se Figur 19. Den totale kostnaden for programmets administrasjon (inklusive overhead) beløper seg til 6,4 prosent av programmets totale offentlige midler, noe som kan regnes som et rimelig nivå ved en nordisk sammenligning.²⁷

²⁷ Se f.eks. T. Åström, E. Arnold, P. Stern, M. Jondell Assbring, M. Terrell, A. Håkansson, K. Henningsson og M. Grudin, «The Swedish Foundation for Strategic Research: An analysis of its impact and systemic role», Swedish Foundation for Strategic Research, 2014.



Figur 19 Fordeling av administrative kostnader. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

4.3 Programmets synlighet

Ifølge den opprinnelige programplanen skulle det utarbeides en kommunikasjonsplan for programmet med klare mål og virkemidler. Informasjonsarbeidet skulle gjennomføres i tett samarbeid med NFRs informasjonsmedarbeidere og med aktører i programmets målgruppe. I den reviderte programplanen går det frem at målene for kommunikasjonsarbeidet skal være å gi større tilfang av søkere, formidle resultater og nytte av forskning, og fremme faktagrunnlag. Disse målene skulle oppnås gjennom nettsider, møteplasser, media, kontakt med de politiske miljøene, tilleggsbevilgninger for å fremvise konkrete resultater, samt obligatorisk populærvitenskapelig rapportering og formidling av resultater fra alle prosjektene i programmet: «Programmet vil legge til rette for at prosjektene kan formidle resultater på best mulig måte. Dette gjelder både i Norge og internasjonalt gjennom publisering av artikler og deltagelse på konferanser etc.»²⁸

Prosjektene resultatspredning diskuterer vi hovedsakelig i kapittel 3, hvor vi konstaterer at resultatspredningen er temmelig ujevnt fordelt mellom prosjekter. Med tanke på kommunikasjonsplanens formulering om «obligatorisk populærvitenskapelig rapportering» kan vi konstatere at de totalt 27 innrapporterte populærvitenskapelige aktivitetene må betraktes som et altfor lavt antall, dessuten stammer majoriteten av disse fra innovasjonsprosjekter. Faktum er at det bare er 12 av de 44 prosjektene (27 %) som har rapportert inn noen populærvitenskapelige publikasjoner.

Programmets årsrapporter inneholder oppfølging og sammenstillinger av aktiviteter og resultater som er oppnådd i løpet av året. Den kontinuerlige oppfølgingen har bidratt til synlighet både for spesifikke prosjektresultater og for programmet som helhet. Programmet har regelmessig vært representert på ulike konferanser og seminarer:

- Den første GASSMAKS-konferansen, «New business opportunities in a changing gas market», fant sted i 2008 og trakk 80 deltakere. Konferansens første dag fant sted i Trondheim og den andre på Tjeldbergodden. I 2009 ble den andre GASSMAKS-konferansen holdt i Trondheim, «Foredling av naturgass – nye industrielle muligheter». GASSMAKS-konferansene ville samle bedrifter, forskere, myndigheter og politikere og tilby mulighet og sted for diskusjon. De hadde dermed

²⁸ «Økt verdiskaping i naturgasskjeden – GASSMAKS. Programplan 2013–2016», NFR, 2013.

ikke til hensikt å dele resultater og erfaringer mellom prosjekter (noe enkelte av de intervjuede prosjektlederne etterspør).

- I 2011 og 2013 arrangerte GASSMAKS «Polymerdagene» på Gardermoen sammen med Plastforum. Overskriftene var henholdsvis «Gi gass... – industrimuligheter og vekst i en lang verdikjede» og «Foredlingsindustri – distriktenes framtid. Plast og kompositter gir muligheter i hele landet».
- Både den forrige og den nåværende styrelederen har holdt foredrag på Gasskonferansen i Bergen (2008, 2011, 2012 og 2013) som først og fremst tar for seg gass som drivmiddel. Disse foredragene har imidlertid vært relativt generelle og ikke primært gått ut på å synliggjøre programmet.
- Representanter for GASSMAKS deltok i 2010 og 2012 på Barentshavkonferansen for å synliggjøre programmet. Konferansen er blitt holdt i Hammerfest hvert år siden 2006 og har som mål å belyse energisituasjonen i Barentsregionen.
- GASSMAKS- og PETROMAKS-programmene arrangerte et seminar for doktorgradskandidater i 2011.
- GASSMAKS og inGAP samforfattet i 2014 et innspill i Dagens Næringsliv om prosessindustriens utfordringer.
- GASSMAKS delfinansierer NTNUs vertskap for 11th Natural Gas Conversion Symposium i Tromsø, i juni 2016. Konferansen er forventet å trekke mellom 500 og 1.000 deltakere.

Sammenlagt kan vi konstatere at synligheten for programmet som helhet ser ut til å ha vært god, og vi merket oss i avsnitt 4.1 at programstyret har tatt initiativ til utarbeidelsen av flere faktagrunnlag. Vi ser imidlertid få indikasjoner på at kommunikasjonsarbeidet har vært særlig vellykket når det gjelder å gi større tilfang av søkere, og den populærvitenskapelige rapporteringen fra prosjektene indikerer at målet om å formidle resultater og nytte av forskning bare delvis er nådd (prosjektene vitenskapelige produksjon er neppe kommunikasjonsplanens fortjeneste).

4.4 Internasjonalt samarbeid

Ifølge både den opprinnelige og den reviderte programplanen skulle GASSMAKS ha en klar internasjonal vinkling med følgende internasjonale mål (det kursiverte ble lagt til i den reviderte planen):

1. Programmet skal være en plattform *sammen med inGAP* for norske initiativ i EUs rammeprogram.
2. Programmet vil vurdere deltagelse i aktuelle ERA-NET på området.
3. Programmet skal oppmuntres til deltagelse i internasjonale prosjekter og prosjekter hvor utenlandske bidragsyttere deltar i norske prosjekter.
4. Det skal oppmuntres til presentasjon av resultater fra programmet og prosjekter i regi av programmet i internasjonale fora.
5. *Det skal arbeides for å holde større internasjonale konferanser innenfor feltet i Norge.*

Vi kan konstatere at realiseringen av disse ambisjonene for det meste har vært svak. Programmets koordinator har riktignok deltatt på en ERA-NET-konferanse, og programmet delfinansierer som nevnt NTNUs vertskap ved en internasjonal konferanse i 2016. Vi har imidlertid ikke sett noen tydelige tegn på at programmet aktivt skulle ha oppmuntret til søknader til rammeprogrammet, og den faktiske rammeprogramdeltakelsen som resultat av programmet ser uansett ut til å være beskjeden. Den internasjonale interaksjonen utover rammeprogrammet ser også ut til å være begrenset, selv om programstyret åpenbart har gjort visse anstrengelser for å prøve å gjøre noe med det. Mange av prosjektene har utvilsomt presentert resultatene sine i internasjonale fora, men det har nok prosjektdeltakerne gjort av egeninteresse og ikke

fordi de er blitt oppmuntret til det av programmet. Sammenlagt ser de internasjonale ambisjonene ut til å ha kommet i bakgrunnen, og de internasjonale målene har derfor i svært liten grad blitt nådd.

5. Måloppnåelse

Som avsnitt 2.3 viser har GASSMAKS et målhierarki med både overordnede mål og delmål. Disse har blitt komplettert med internasjonale mål og mål for kommunikasjonsarbeidet, som vi berørte i forrige kapittel. For å nøste opp graden av måloppnåelse velger vi å begynne med de ulike typene delmål for deretter å se på oppnåelsen av de overordnede målene til slutt. I dette kapitlet holder vi oss til summariske konstateringer om graden av måloppnåelse for de ulike målene, og sparer refleksjonene rundt hva som kan ses på som rimelig til kapittel 6.

Bidra til å bygge opp kompetanse i forskningsmiljøene som grunnlag for utvikling av ny teknologi

Både den kvantitative og kvalitative empirien som summeres i avsnitt 3.1 indikerer at det ikke hersker noen tvil om at programmet har bidratt til at FoU-utførerne har bygget opp ny kompetanse som kan danne grunnlag for utvikling av ny teknologi. Det finnes også flere eksempler på at ny teknologi er blitt utviklet, og at eksisterende teknologi er blitt videreutviklet.

Bidra til en forskningsbasert utvikling av ny teknologi i industrien

Det i mange tilfeller nære samspillet mellom de mest aktive universitetene og forskningsinstituttene, og det i flere tilfeller nære samspillet mellom FoU-utførere og bedrifter, gjør at det virker rimelig å anta at kompetansen programmet har bidratt til å utvikle også kan bidra til en forskningsbasert utvikling av ny teknologi i industrien. Den kvalitative empirien som presenteres i avsnitt 3.2 gir ganske riktig noen eksempler på at det har skjedd.

Bidra til å legge grunnlaget for å implementere ny teknologi i industrien

Som avsnitt 3.2 viser har 33 ferdigstilte nye/forbedrede metoder/modeller/prototyper oppstått hittil, og 5 bedrifter har innført nye/forbedrede metoder/teknologier. På bakgrunn av dette står det klart at programmet har bidratt til å legge grunnlaget for å implementere ny teknologi i industrien.

Bidra til å legge grunnlaget for utvikling av ny og eksisterende næringsvirksomhet

I avsnitt 3.2 går det også frem at 15 nye produkter/prosesser/tjenester er blitt ferdigstilt, at 4 lisensieringskontrakter er blitt inngått og at 11 patenter er blitt søkt om. Dessuten har 9 nye bedrifter blitt etablert, hvorav 4 fortsatt er aktive i Norge. Dermed kan det konstateres at programmet også har bidratt til å legge grunnlaget for utvikling av ny og eksisterende næringsvirksomhet.

Det skal tilstrebtes å utvikle teknologi som innebærer en miljøforbedring i forhold til eksisterende teknologi

I og med at de fleste prosjektene har hatt som mål å utvikle, videreutvikle eller legge grunnlaget for ny teknologi som på en eller annen måte er mer effektiv enn den eksisterende, har de implisitt etterstrebet å oppnå miljøforbedrende effekter, for eksempel gjennom å utvikle katalysatorer med lavere aktiveringsenergi eller prosesser som genererer lavere utslipp. Informantene ser imidlertid miljøgevinstene som bieffekter av en generell streben etter økt effektivitet.

I handlingsplanen for 2012 ble følgende tre delmål lagt til:

Utdanne personell med forskerkompetanse for rekruttering til industrien

Av avsnitt 3.2 går det frem at 38 doktorgradskandidater har blitt delfinansiert gjennom programmet. Av disse ser 27 ut til å ha tatt eksamen per desember 2015, og 10 av dem var da aktive i norsk næringsliv. Programmet har altså tydelig utdannet personell med forskerkompetanse som er blitt rekruttert til industrien.

Øke interessen fra utenlandske nedstrøms bedrifter for virksomhet i Norge

Utviklingen som ble beskrevet kort i avsnitt 2.6 er absolutt en indikasjon på en utenlandsk interesse for nedstrømsindustrien i Norge, men den er ikke et resultat av GASSMAKS. Programstyret har definitivt gjort en innsats for å prøve å lokke utenlandske bedrifter til å interessere seg for å bedrive virksomhet i Norge (jf. avsnitt

4.1), men tiltakene ser ikke ut til å ha medført konkret handling fra utenlandske bedrifter – i hvert fall ikke ennå.

Formidle informasjon om og fra programmet

Vi konstaterte i avsnitt 4.3 at resultatet av programmets kommunikasjonsarbeid har vært blandet. På et overgripende nivå har programmet vært godt synlig, og prosjektenes vitenskapelige produksjon har vært stor, men prosjektenes populærvitenskapelige rapportering har ikke vært i nærheten av forventningene.

I avsnitt 4.4 konkluderte vi med at måloppnåelsen for programmets **internasjonale mål** er veldig svak, noe som trolig skyldes at man ikke har prioritert tiltak for å nå dem. Oppfyllelsen av **målene for kommunikasjonsarbeidet** overlapper delvis med det tredje av de delmålene som ble lagt til i handlingsplanen for 2012 og har dermed blitt behandlet over. Utover dette konstaterte vi i avsnitt 4.3 at programstyret har tatt initiativ til utarbeidelsen av flere faktagrunnlag, men vi ser få indikasjoner på at kommunikasjonsarbeidet har gitt noe større tilfang av søkere.

Etter å ha sett på graden av måloppnåelse for de ulike delmålene gjenstår programmets overordnede mål. Vi velger å ta for oss målet som gjelder prosjektene først.

Prosjektene som gjennomføres skal bygge opp kompetanse både i forskningsmiljøene og i industrien på en måte som kan gjøre det økonomisk attraktivt å investere i industriell foredling av naturgass i Norge.

Basert på resonnementene rundt oppnåelsen av delmålene er det uunngåelig å konkludere med at prosjektene har bygget opp omfattende kompetanse som er relevant i sammenhengen, både hos FoU-utførere og bedrifter. Vi har imidlertid ikke sett noen tegn på at denne kompetansen i seg selv har gjort det økonomisk attraktivt å investere i industriell foredling av naturgass i Norge.

Gjennom styrket kunnskapsutvikling, næringsutvikling og internasjonal konkurransekraft skal programmet bidra til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass.

Programmet som helhet har utvilsomt bidratt til utvikling av betydelig ny kunnskap både hos FoU-utførere og bedrifter, og det finnes flere eksempler på at allerede etablerte bedrifter har utviklet, eller er i ferd med å utvikle, virksomheten sin basert på kunnskap skapt innenfor programmets rammer. Det virker rimelig å anta at dette har ført til styrket internasjonal konkurransekraft både for FoU-utførere og bedrifter, og vi har ganske riktig fått enkelte utsagn fra informantene om at det er tilfellet (jf. kapittel 3). Det er mulig at den styrkede kunnskapsutviklingen, næringsutviklingen og internasjonale konkurransekraften kan ha bidratt til økt verdiskaping for enkelte bedrifter, men vi har ikke sett noen indikasjoner på økt verdiskaping på samfunnsnivå (noen samfunnsøkonomisk analyse har heller ikke inngått i oppdraget).

6. Konklusjoner og refleksjoner

Når denne evalueringsrapporten ferdigstilles i januar 2016 er 52 av 63 prosjekter i GASSMAKS avsluttet. 11 prosjekter fortsetter inn i 2016, og 3 av disse inn i 2017. Resultatoppfølgingen vi har hatt tilgang til mangler derfor informasjon om resultater fra drøyt hvert femte prosjekt som etter hvert forventes å rapportere inn resultater til NFR. Dessuten innebærer en programevaluering som denne av ressursmessige årsaker at bare deler programmet kan studeres i detalj. Det er derfor ikke mulig å tegne et heldekkende bilde av GASSMAKS. I tillegg er det godt kjent at det tar lang tid før det er mulig å observere kommersielle effekter av FoU- og innovasjonsvirksomhet. Disse observasjonene er viktige å ha i mente når vi nå skal oppsummere programmet og reflektere rundt noen av observasjonene vi har gjort.

6.1 Resultater og effekter

For FoU-utførerne er de viktigste resultatene, som forventet, kompetanseutvikling, vitenskapelige publikasjoner og uteksaminerte doktorer. Effektene som har oppstått består av utvidede og fordypede nettverk, og styrket internasjonalt renommé og konkurransekraft, noe FoU-utførerne blant annet merker ved at de opplever å ha blitt bedre rustet til å ta initiativ til søknader til EUs rammeprogram og mer attraktive som partnere i slike sammenhenger. Instituttene oppgir også at deres tiltrekningskraft overfor næringslivet har økt. Antallet fagfelleverderte publikasjoner ligger trolig på mellom 150 og drøyt 300 til sammen, hvor usikkerheten rundt antallet skyldes klassifiseringen av publikasjonene. Totalt har 38 doktorgradskandidater blitt delfinansiert gjennom programmet. Av disse ser 27 ut til å ha tatt eksamen ved utgangen av 2015. Seks av disse var da å finne ved norske universiteter og 1 ved et norsk institutt. Programmet har også delfinansiert 33 postdoktorer. Av disse ser 22 ut til å ha avsluttet postdoktortiden ved utgangen av 2015. To av dem befant seg da ved norske universiteter og like mange ved norske institutter. At de fleste postdoktorene som har avsluttet postdoktortiden sin ikke lenger er aktive i Norge skal ikke ses på som et tap, men som en positiv effekt ettersom de bidrar til å utvide de norske FoU-utførernes internasjonale nettverk. Det samme gjelder doktorene som har flyttet utenlands.

Kompetanseutvikling er også svært viktig for bedriftene, og det er hovedsakelig de bedriftsledede innovasjonsprosjektene som står bak et stort antall bruker- og allmennrettede formidlingstiltak. Effektene som har oppstått inkluderer utvidede og fordypede nettverk, 33 nye eller forbedrede metoder/modeller/prototyper, at 5 bedrifter har innført nye eller forbedrede metoder/teknologier, og at 15 nye produkter/prosesser/tjenester er blitt ferdigstilt. I tillegg er 4 lisensieringskontrakter blitt inngått, 11 patenter blitt søkt om, og 9 nye bedrifter blitt etablert. Det er verdt å merke seg at mange av disse resultatene og effektene stammer fra et fåtall innovasjonsprosjekter. Det er imidlertid vanlig å konstatere en slik skjevfordeling av effekter i evalueringer av innovasjonsrelaterte programmer. Ti av programmets doktorer og 2 av postdoktorene jobbet i bedrifter i Norge ved utgangen av 2015 (men flere av disse bedriftene tilhører ikke programmets målgrupper).

Evalueringsens empiri omfatter flere eksempler på det som kan bli betydelige industrielle effekter, men de helt store næringsmessige effektene programskaperne så for seg har ennå ikke blitt realisert. Av de ni nye bedriftene er det tre som er engelske, mens to andre er blitt slettet. De resterende fire bedriftene i Norge går alle med tap, noe som imidlertid er vanlig for nystartede bedrifter som driver med teknologiutvikling. At det i 2015 ennå ikke kan konstateres noen store effekter i form av industriell foredling av naturgass er imidlertid ikke overraskende. Det kan riktignok være ganske enkelt, og dermed gå relativt raskt, å justere en eksisterende prosess slik at den blir litt mer effektiv, noe som i seg selv kan være svært verdifullt i storskala industrielle prosesser, men det er godt kjent fra mange ambisiøse effektevalueringer og effektanalyser av offentlige programmer for FoU-samarbeid mellom FoU-utførere og bedrifter at tidsforskyvningen mellom FoU-resultater og kommersiell implementering av ny teknologi kan variere mellom 5 og 20 år avhengig av industrisektor, type produkt,

bruksområde etc. For eksempel tar det opp mot 20 år i flytekniske sammenhenger²⁹, i kjøretøyindustrien³⁰ og i produserende industri generelt³¹ tar det gjerne omtrent halvparten så lang tid, mens det kan gå litt fortere innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi³². Eksempelet som ble nevnt i slutten av kapittel 3 om at det tok cirka 20 år før industriell implementering av MTO-teknologien utviklet innenfor rammene for SPUNG-programmet var en realitet, illustrerer at det forventede tidsperspektivet når det gjelder å kunne konstatere eventuelle omfattende industrielle effekter av GASSMAKS også burde være svært langt. Det er derfor ikke overraskende at det ikke har latt seg gjøre å konstatere noen slike effekter i denne evalueringen.

Når det gjelder programmets addisjonalitet hersker det ingen tvil om at nesten ingen av resultatene og effektene som har oppstått gjennom FoU-utførernes aktiviteter hadde oppstått dersom ikke GASSMAKS – eller annen tilsvarende offentlig finansiering – hadde funnes. Uten programmet hadde forskerne som har fått støtte gjennom GASSMAKS selvfølgelig søkt om, og til en viss grad fått, støtte fra andre NFR-programmer. Dette hadde i sin tur naturligvis trengt unna mindre gode søknader fra andre forskere (inklusive en del av GASSMAKS-forskernes mindre konkurransedyktige søknader), noe som ikke nødvendigvis hadde vært negativt ettersom det rent prinsipielt hadde ført til en generell kvalitetsheving av norsk forskning. GASSMAKS-forskerne mener de har blitt bedre rustet til å ta initiativ til søknader til EUs rammeprogram, men den relativt rikelige tilgangen på forskningsmidler i GASSMAKS kan delvis mistenkes å ligge bak det at GASSMAKS-forskerne likevel ikke ser ut til å ha deltatt i EUs rammeprogram i særlig stor grad (i hvert fall ikke innenfor GASSMAKS' temaområder). En slik oppførsel har vi kunnet konstatere før.³³

Bedriftsrepresentantene forklarer at programmet har betydd mye for at bedriftene i det hele tatt har kunnet gjennomføre prosjektene sine, dels fordi den offentlige finansieringen har medført en risikodeling, dels fordi de bare i begrenset grad selv er villige til å bekoste FoU utført av andre. Det er lettere for en bedrift å finansiere direkte anvendt teknologiutvikling dersom det er sannsynlig at den fører til økte inntekter eller lavere kostnader innen relativt kort tid. Når det gjelder mer langsiktig FoU (som også innovasjonsprosjekter ofte handler om sett fra et bedriftsperspektiv) foreligger det en slags markedssvikt hvor offentlig delfinansiering kan være utløsende. Likevel er det utvilsomt slik at enkelte innovasjonsprosjekter trolig ville blitt gjennomført også uten finansiering fra GASSMAKS, enten med finansiering fra et annet NFR-program eller med bedriftenes egne midler, men da sannsynligvis med et lavere ambisjonsnivå.

Evalueringen har ikke kunnet konstatere noen strukturelle effekter hos de organisasjonene som har deltatt i GASSMAKS, verken hos FoU-utførere eller bedrifter. Programmet har heller ikke hatt noen påvirkning på næringspolitikken, som hovedsakelig oppgis å være næringsnøytral.

Effektene på samfunnsnivå er som alltid vanskelige å få grep om når det gjelder et FoU-program. FoU-utførernes vitenskapelige publikasjoner og internasjonale renommé styrker selvfølgelig bildet av Norge som kunnskapsnasjon, og økende utenlandsk

²⁹ T. Åström, T. Jansson, P. Mattsson, H. Segerpalm og S. Faugert, «Utvärdering av det Nationella flygtekniska forskningsprogrammet – NFFP», VINNOVA, VR 2008:05, 2008.

³⁰ S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, P. Mattsson, L. Niklasson, P. Salino, H. Segerpalm og T. Åström, «Effekter av statligt stöd till fordonsforskning – Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft», VINNOVA, VA 2009:02, 2009.

³¹ T. Åström, T. Jansson, P. Mattsson, S. Faugert, J. Hellman og E. Arnold, «Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri», VINNOVA, VA 2010:05, 2010.

T. Åström, J. Hellman, P. Mattsson, S. Faugert, M. Carlberg, M. Terrell, P. Salino, G. Melin, E. Arnold, T. Jansson, T. Winqvist og B. Asheim, «Effektanalys av starka forsknings- och innovationssystem», VINNOVA, VA 2011:07, 2011.

³² P. Stern, E. Arnold, M. Carlberg, T. Fridholm, C. Rosemberg og M. Terrell, «Long term industrial impacts of the Swedish competence centres», VINNOVA, VA 2013:10, 2013.

³³ T. Åström, T. Jansson, G. Melin, A. Håkansson, P. Boekholt og E. Arnold, «On motives for participation in the Framework Programme», KD, 2012.

eierskap av nedstrømsindustri basert i Norge er naturligvis et tegn på internasjonal konkurransekraft. Av de uteksaminerte doktorene var 19 personer (70 %) igjen i Norge ved utgangen av 2015, og av de tidligere postdoktorene var 7 personer (32 %) igjen i Norge. Om vi ekstrapolerer resultatet for de doktorgradskandidatene og postdoktorene som er aktive fremdeles, burde programmet anslagsvis produsere omtrent 27 doktorer og 11 postdoktorer som fortsetter å være aktive i landet, noe som er et verdifullt tilskudd til den norske humankapitalen. De tidligere postdoktorene og doktorgradskandidatene som har reist hjem (eller til et annet land) bidrar til å sette Norge på det internasjonale kartet, og dette vil sannsynligvis skape nye muligheter for norske organisasjoner og for samfunnet som helhet.

Det som kan utgjøre det største bidraget når det gjelder samfunnseffekter er naturligvis at programmet til slutt fører til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass, men det er det som sagt altfor tidlig å avgjøre ennå. Selv om det er en pessimistisk måte å tenke på, er det mulig at programmet, gjennom å bidra til å høyne effektiviteten i en eksisterende industriell prosess, har bidratt – eller kommer til å bidra – til at en fabrikk i Norge ikke blir lagt ned, noe som i så fall ville vært en positiv samfunnseffekt.

Det finnes også indikasjoner på at det har oppstått effekter i utlandet av norsk FoU, noe som kan ses på som en slags tapte samfunnseffekter fra et norsk perspektiv. To teknologiutviklingsbedrifter som i stor grad bygger på resultater fra GASSMAKS har blitt kjøpt av amerikanske bedrifter (Protia og BioProtein), og tre av de nystartede bedriftene ligger i England (Econic Technologies, Calysta (UK) og Cambridge Nanosystems). I tillegg har SINTEF MK og NTNU (med flere) solgt en lisens til tyske BASF, og MTO-teknologien som ble utviklet innenfor SPUNG har også blitt lisensiert til og utnyttet av bedrifter i utlandet. Representanter for Statoil oppgir at bedriften ikke vil eie teknologi, men kjøpe den (og da trenger den ikke å være til salgs i Norge).

6.2 Måloppnåelse og programstrategi

Ved en hurtiglesning av kapittel 5 kan det virke som om programmet har oppnådd alle delmålene sine, men det skyldes i høy grad hvordan de er formulert. Delmålene inneholder nemlig verken noen kvantifisering eller noe tidspunkt for når de skal være oppnådd. Om vi tar det første delmålet som eksempel så holder det egentlig at én eneste kompetanse delvis har blitt utviklet takket være programmet for at målet, i bokstavelig forstand, skal være nådd. Nå er akkurat oppfyllelsen av det første delmålet ganske uproblematisk, ettersom den kompetansen som har blitt bygget opp hos FoU-utførerne for drøyt 200 millioner kroner i løpet av snart ti år, og som hittil har resultert i drøyt 300 artikler og snart 30 doktorer, må være omfattende.

Det er imidlertid betydelig vanskeligere å avgjøre om graden av måloppnåelse er «god» eller «dårlig» for de andre delmålene med det vi vet nå, men det hersker ingen tvil om at graden av måloppnåelse blir lavere jo nærmere kommersielle effekter man kommer. Når det gjelder å legge grunnlaget for utvikling av ny og eksisterende næringsvirksomhet gjør vi vurderingen at resultatet hittil er betydelig svakere enn det skaperne av programmet håpet på da de skrev at GASSMAKS ville bidra til å utløse verdiskaping på mer enn ti milliarder kroner årlig. De skrev også (klokt nok) «på sikt», og de skrev om et program som var tenkt å bli nærmere tre ganger så stort som det faktisk ble. Vår vurdering er likevel at de kommersielle effektene i form av bidrag til en forskningsbasert utvikling av ny teknologi i industrien, til å legge grunnlaget for å implementere ny teknologi i industrien, og til å legge grunnlaget for utvikling av ny og eksisterende næringsvirksomhet ikke er tilstrekkelige til at vi egentlig kan si at disse delmålene er nådd. Programmets egen historie er et lysende eksempel på hvor utrolig vanskelig det er å forutse fremtiden, men i løpet av evalueringsarbeidet har vi ikke sett noen sterke indikasjoner på at situasjonen skulle være i ferd med å endre seg radikalt til det bedre når det gjelder dette. Ettersom omverdenen har forandret seg så dramatisk siden utredningen er dette imidlertid ikke en helt rettferdig måte å håndtere spørsmålet på. Med endringene i omverdenen, som alle ligger utenfor programmets kontroll, trekker vi konklusjonen at graden av måloppnåelse når det gjelder delmålene verken er god eller dårlig, men rimelig gitt forutsetningene.

Begge de overordnede målene kan deles inn i hver sin første halvdel som gir de samme vanskelighetene med å vurdere måloppnåelsen som vi så for delmålene. Med et lignende resonnement som for delmålene ovenfor kan vi enkelt trekke konklusjonen at programmet har støttet utvikling av omfattende kompetanse og kunnskap. Imidlertid mener vi at bidragene til næringsutvikling og styrket internasjonal konkurransekraft på ingen måte er like tydelige (når det gjelder konkurransekraft i hvert fall ikke for bedriftene). Men igjen er nok måloppnåelsen rimelig gitt forutsetningene. Den andre halvparten av hvert overordnet mål er det derimot lettere å forholde seg til. Nei, GASSMAKS har ikke gjort det økonomisk attraktivt å investere i industriell foredling av naturgass i Norge, og det fremstår som usannsynlig at programmet allerede skulle ha bidratt til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass. Programmets mulighet til å påvirke forretningsmessige forutsetninger og bedriftenes beslutninger er så utrolig mye svakere enn aspekter som gassprisens utvikling, systemer for handel med og kostnader til klimakvoter, omstrukturering av multinasjonale konserner, arbeidskraftkostnader, selskapsskattesatser m.m. Så det at disse delene av de overordnede målene ikke er oppnådd, er helt naturlig. Spørsmålet er snarere hvorfor målene ble utformet på denne måten. I det minste formuleringen om å gjøre det økonomisk attraktivt å investere i industriell foredling av naturgass i Norge hadde neppe latt seg oppfylle selv om utredningens grunnleggende antakelser hadde vært korrekte.

I klartekst mener vi at andreleddene i de overordnede målene er uheldig formulert ettersom de ikke kan anses å være realistiske som mål for et FoU-program. Dermed blir også svaret på evalueringsspørsmålet om hvorvidt målene for og ambisjonene med programmet har vært forenlige med det økonomiske bidraget nei. De overordnede målene er urealistisk formulert mens delmålene er formulert på en sånn måte at alle forsøk på måloppfølging nærmest er meningsløse, i begge tilfellene uansett budsjett.

GASSMAKS ble som sagt basert på en rekke grunnleggende antakelser som i ettertid har vist seg å være mindre vellykkede. De kan imidlertid antas å ha vært forsvarbare med den kunnskapen man hadde da, og programstrategien i seg selv var i grunnen riktig tenkt. Programstyret og NFR har etter beste evne forsøkt å tilpasse programmet etter de endrede forutsetningene, men har naturligvis ikke kunnet påvirke størstedelen av de forandrede omverdensforutsetningene. Resultatet av den altfor begrensede interessen fra næringslivet er imidlertid at programmets virkemiddelbruk ikke har vært hensiktsmessig med en altfor lav andel innovasjonsprosjekter, som dessuten har minket over tid, men den begrensede interessen kan ikke programstyret eller NFR lastes for.

Hvis vi ser bort fra hvordan programmålene faktisk er formulert og foretar en velvillig tolkning av de opprinnelige intensjonene, kan vi likevel, sammenlagt, trekke konklusjonen at GASSMAKS – gitt de så radikalt forandrede omverdensforutsetningene – i rimelig grad har lyktes med å leve opp til de opprinnelige intensjonene. Når det gjelder de internasjonale målene og målene for kommunikasjonsarbeidet er imidlertid måloppnåelsen svak, og det kan bare i liten grad skyldes en forandret omverden. Det er ingenting som tyder på at det faktum at programmets budsjett ble så mye lavere enn opprinnelig tenkt skal ha påvirket måloppnåelsen nevneverdig.

6.3 Næringspolitiske forutsetninger

GASSMAKS tok utgangspunkt i den basale påstanden at det burde være å foretrekke å foredle mer av den naturgassen Norge har så mye av innad i landet i stedet for å eksportere den i råvareform. Programforslaget ble hovedsakelig utarbeidet på initiativ av arbeidstaker- og arbeidsgiverorganisasjoner, trolig i den hensikt å stimulere til næringsutvikling og nye arbeidsplasser. NHD mente åpenbart at forslaget var fornuftig og bestilte en utredning som senere ble til en bestilling av et program som la tydelig vekt på næringsutvikling og økt verdiskaping for samfunnet. Nesten et tiår senere kan vi ganske enkelt konstatere at GASSMAKS grunnleggende sett er en skuffelse, i hvert fall så langt. Hvorfor har det blitt slik?

Det er som kjent lett å være etterpåkløkt, og dermed lett å kritisere de grunnleggende antakelsene i programforslaget og utredningen, men det hadde verken vært rettfærdig

eller særlig konstruktivt å gjøre det. Programmets timing kunne neppe ha vært dårligere. Da programmet ble til var toneangivende bedrifter allerede i full gang med å selge eller nedprioritere nedstrømsvirksomheten sin, noe som innebar at flere industrianlegg som før hadde vært norske havnet på utenlandske hender, mens andre ble lagt ned. En sannsynlig årsak til disse hendelsene var at de tidligere eierne ikke mente det var bedriftsøkonomisk fornuftig å fortsette med nedstrømsvirksomhet i Norge, mens gjenværende bedrifters vilje til å investere i FoU for å utvikle nedstrømsvirksomheten sin var begrenset av samme grunn. De nye utenlandske eierne var på sin side litt skeptiske eller, av lønnsomhetsmessige årsaker, ikke i stand til å investere i FoU. Sammenlagt førte dette til en vesentlig kjøligere interesse enn forventet fra næringslivets side for å delta i GASSMAKS, noe som delvis har ført til at andelen innovasjonsprosjekter har blitt altfor lav, og delvis bidratt til at programmet bare ble rundt en tredjedel så stort som opprinnelig tenkt.

Hvorfor kom flere store bedrifter i løpet av få år frem til at de ikke ville bedrive eller investere noe særlig i FoU for å utvikle nedstrømsvirksomheten sin i Norge? Informantene våre forklarer at den grunnleggende årsaken var at bedriftene etterhvert innså at det ikke nødvendigvis var bedriftsøkonomisk fornuftig å bedrive, eller i hvert fall ikke investere storskala i å utvide, den typen virksomhet i Norge. (Dette har imidlertid ikke forhindre at det har blitt gjort omfattende investeringer innenfor nedstrømsindustrien i Norge i løpet av perioden, men ikke i så høy grad basert på FoU-investeringer.) En årsak til denne avventende holdningen var den økte oppmerksomheten rundt klimaspørsmål og CO₂-utslipp, inklusive Klimaforliket fra 2008, som skapte økt usikkerhet rundt de langsiktige forutsetningene for å bedrive nedstrømsvirksomhet i Norge ettersom bedrifter som står foran store investeringsbeslutninger i størst mulig grad vil unngå usikkerhet og risiko. Imidlertid var det sannsynligvis betydelig viktigere at gassprisen i Norge helt enkelt var – og er – for høy, noe som i hvert fall delvis oppgis å være en effekt av Norges unntak fra EUs gassdirektiv. Noe som illustrerer dette er det faktum at INEOS av kostnadsmessige årsaker heller importerer amerikansk skifergass enn å kjøpe norsk gass som råvare til nedstrømsvirksomheten sin (jf. avsnitt 2.6).

Programmet ser ut til å ha vært helt på linje med både det tredje oljebud fra 1971: «[a]t det med basis i petroleum utvikles ny næringsvirksomhet»³⁴ og med Soria Moria-erklæringens intensjoner fra 2005: «Vi vil ta vare på og videreutvikle industrien og samtidig bidra til å utvikle ny industriell virksomhet. Norske råvarer bør i stor grad videreføres i Norge.»³⁵ At programforslaget ble presentert for departementene så kort tid etter Soria Moria-erklæringen, knapt to måneder, forklarer nok i det minste til dels hvorfor NHD syntes forslaget om GASSMAKS var så godt.³⁶ Her kan vi ikke unngå å lure på hvorfor NHD bestilte et program som først var tenkt å innebære en offentlig investering på én milliard kroner (men som til slutt ble på 365 millioner kroner) når regjeringen ikke var villig til å tilby de næringspolitiske forutsetningene for at næringslivet, på bedriftsøkonomisk fornuftige premisser, kunne utnytte programmets resultater? I mangel av en rimelig næringspolitikk i sammenhengen, og med programmets tydelige vektlegging av næringsutvikling og økt verdiskaping for samfunnet i mente, kan det settes spørsmålsteget ved om NHDs bestilling av programmet var gjennomtenkt.

Det faktum at det i flere tilfeller ser ut til å ha oppstått effekter i utlandet av norsk FoU, som vi har konstatert tidligere, er kanskje i denne sammenhengen en indikasjon på at de næringspolitiske forutsetningene og tilgangen på risikokapital i Norge har en del

³⁴ «10 oljebud til å leve med», Norsk sokkel, nr. 2, Oljedirektoratet, 2010.

³⁵ «Plattform for regjeringssamarbeidet mellom Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti og Senterpartiet 2005–09», Statsministerens kontor, 2005.

³⁶ At forslaget kunne presenteres på et så opportunt tidspunkt skyldtes sannsynligvis en god del flaks. Arbeidet med forslaget var visstnok påbegynt allerede i 2004, og da kunne man neppe verken ha kjent til eller overhodet ant noe om formuleringene i Soria Moria-erklæringen eller tidspunktet for kunngjøringen av den.

mangler. Norsk FoU innenfor nedstrømsområdet er åpenbart gjenstand for internasjonal interesse, men de bedriftsøkonomiske forutsetningene for å utnytte denne FoU-en industrielt i Norge ser ikke ut til å være gode nok.

6.4 Fremtiden

GASSMAKS hadde sin siste utlysning i 2013 og blir ikke videreført. Programmets deltakere har dermed allerede måttet venne seg til å ikke ha noe «eget» program for FoU innenfor industriell foredling av naturgass. Hva betyr det for de tidligere GASSMAKS-deltakerne?

NFD og NFR henviser til at det er gode muligheter for å søke om finansiering til denne typen FoU gjennom FRIPRO og BIA, hvor den tilgjengelige støtten har økt kraftig de senere årene, se Figur 20. NFR mener at bedriftene som har medvirket i GASSMAKS bør kunne hevde seg bra i BIA, og ønsker den økte konkurransen forskerne kommer til å møte i FRIPRO velkommen; på grunn av det lave søkertrykket har det vært litt for enkelt å få finansiering til forskerprosjekter gjennom GASSMAKS, noe som har ført til at en del søknader som kanskje ikke burde blitt innvilget likevel har fått støtte (59 % suksessrate, jf. avsnitt 2.4). I tillegg har to SFI-er som er relevante for området startet opp i løpet av 2015, iCSI og Metallproduksjon. Begge skal holde på til 2023. Utover dette finnes det flere relaterte programmer (jf. avsnitt 2.5) som bør kunne passe en del prosjektidéer.



Figur 20 Utvikling av tilgjengelig finansiering gjennom GASSMAKS (faktisk, periodisert resultat), FRIPRO og BIA. Kilde: Technopolis' analyse av data fra NFR.

GASSMAKS-deltakerne mener at de allerede savner programmet, og hevder at FRIPRO og BIA ikke kan erstatte et tematisk program. Uten et program finnes det ingen strategisk målsetting for området, noe som kommer til å gjøre det vanskeligere å oppnå de ettertraktede effektene.

Som evaluatorene tror vi at begge parter har rett. Av kvalitetsmessige årsaker skal det ikke være for enkelt å få forskningsfinansiering (men heller ikke for vanskelig), og naturligvis kan ikke enkeltstående prosjekter erstatte et langsiktig og tematisk program. Muligens kan den økte konkurransen gjøre forskerne mer tilbøyelige til å søke om støtte fra EUs rammeprogram, noe som i så fall bør gi et positivt bidrag til regjeringens ambisjon om at to prosent av de konkurranseutsatte midlene i Horisont 2020 skal tilfalle norske aktører.³⁷ Gitt de forretningsmessige forutsetningene som ikke er helt

³⁷ «Strategi for forsknings- og innovasjonssamarbeidet med EU. Horisont 2020 og ERA», KD, 2014.

gunstige og interessen fra næringslivet som dermed er relativt svak, kan det avslutningsvis stilles spørsmålsteget ved hvor stort behovet for en nasjonal strategisk målsetting for å understøtte næringsutvikling innenfor området egentlig er.

Vedlegg A Forkortelser

BIA	Brukerstyrt innovasjonsarena
BIP	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt
CMR	Christian Michelsen Research
FoU	Forskning og utvikling
FP	Forskerprosjekt
FP	EUs rammeprogram for forskning og teknologisk utvikling
IFE	Institutt for energiteknikk
IPN	Innovasjonsprosjekt i næringslivet
IRIS	International Research Institute of Stavanger
KMB	Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning
KPN	Kompetanseprosjekt for næringslivet
KUD	Kulturdepartementet
LNG	Liquefied natural gas
LO	Landsorganisasjonen i Norge
NFD	Nærings- og fiskeridepartementet
NFR	Norges forskningsråd
NGF	Norsk Gassforum
NHD	Nærings- og handelsdepartementet
NHO	Næringslivets Hovedorganisasjon
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
OED	Olje- og energidepartementet
RF	Rogalandsforskning
SFI	Senter for forskningsdrevet innovasjon
SINTEF MK	SINTEF Materialer og kjemi
Sm ³ o.e.	Standard kubikkmeter oljeekvivalent
UiB	Universitetet i Bergen
UiO	Universitetet i Oslo
UMB	Universitetet for miljø- og biovitenskap
UoH	Universiteter og høyskoler

Vedlegg B Informanter

B.1 Intervjuobjekter

Duncan Akporiaye	SINTEF MK
Reiner Anwander	Eberhard Karls Universität Tübingen (tidligere UiB)
Lars Axelsen	Dynea
Rune Bredeesen	SINTEF MK
Nina Dahl	SINTEF MK
Siw Fredriksen	Norner
Terje Fuglerud	INEOS
Cecilie Gotaas	Statoil
Tronn Øistein Hansen	NFR
Hogne Hongset	Tidligere Industri Energi
Tommy Mokkelbost	SINTEF MK
Unni Olsbye	UiO
Margareth Overland	UMB
Sølvi Rosvold Lindseth	NFR
Leif Sande	LO
Martin Siljan	Nebb Engineering
Per Espen Stoknes	GasPlas
Mats Tilset	UiO
Tom Wilhelm Østlyngen	Yara
Ole Borge Yttredal	NHO

B.2 Fokusgruppe 5.11.2015 (NFR)

Heide M. Eidet	NFD
Tronn Øistein Hansen	NFR
Eirik Helge Normann	NFR

<i>Ingvild Storsul Opdahl</i>	<i>Technopolis</i>
<i>Tomas Åström</i>	<i>Technopolis</i>

B.3 Fokusgruppe 19.11.2015 (NTNU)

Edvard Bergene	Statoil
Bjørn Berger	Statoil
Edd Anders Blekkan	NTNU
Trygve Brautaset	SINTEF MK og NTNU
Ivar J. Halvorsen	SINTEF MK og NTNU
Leiv Kolbeinsen	NTNU
Erling Rytter	NTNU (tidligere Statoil)
Morten Rønnekleiv	Statoil
Hilde Johnsen Venvik	NTNU

Ingvild Storsul Opdahl *Technopolis*

Tomas Åström *Technopolis*

B.4 Fokusgruppe 3.12.2015 (NFR)

Siv Aasland	Statoil
Terje Martin Halmø	Terica
Tronn Øistein Hansen	NFR
Johan A. Johansen	Elkem Carbon
Steinar Kvisle	INEOS ChlorVinyls
Sølvi Rosvold Lindseth	NFR
Unni Olsbye	UiO
Tine Rørvik	Norner
Elisabeth Tangstad	SINTEF MK
Astrid Elisabeth K. M. Tugwell	North Energy

Ingvild Storsul Opdahl *Technopolis*

Tomas Åström *Technopolis*

B.5 Tolkningsseminar 10.12.2015 (NFR)

Astrid Brenna	NFR
Tronn Øistein Hansen	NFR
Johan A. Johansen	Elkem Carbon
Unni Olsbye	UiO
Elisabeth Tangstad	SINTEF MK

Ingvild Storsul Opdahl *Technopolis*

Miriam Terrell *Technopolis*

Tomas Åström *Technopolis*

Vedlegg C Casestudie Non-Metallocene Organolanthanide Polymerization Catalysis

Denne casestudien omhandler forskningsprosjektet Non-Metallocene Organolanthanide Polymerization Catalysis som ble gjennomført i perioden 1. juli 2007 til 30. november 2013. Prosjektet ble hovedsakelig ledet og utført av forskere ved Kjemisk institutt, Universitetet i Bergen (UiB). Prosjektlederen var også aktiv ved Universitetet i Tübingen, Tyskland, i løpet av prosjektets gang. Prosjektet innebar samarbeid med flere utenlandske universiteter, inklusive både doktorgradskandidater og seniorforskere, og resulterte blant annet i en rekke studiebesøk og felles publikasjoner. Flere av de involverte forskerne samarbeider fremdeles.

C.1 Oversikt

Prosjektnummer og tittel	182547 Non-Metallocene Organolanthanide Polymerization Catalysis
Søknadstype	Forskerprosjekt
Prosjektperiode	1.7.2007–30.11.2013
Budsjett (NFRs andel)	7 588 000 (7 588 000)
Prosjektleder og organisasjon	Professor Reiner Anwander, det matematisk-naturvitenskapelige fakultet (Kjemisk institutt), UiB
Aktive partnere	Vidar R. Jensen, Kjemisk institutt, UiB Kazushi Mashima, Department of Chemistry, Osaka University Wolfgang Scherer, Department of Physics, University of Augsburg Karl W. Törnroos, Kjemisk institutt, Universitetet i Bergen Robert W. Waymouth, Stanford University

C.2 Bakgrunn

C.2.1 Prosjektets tilblivelse og prosjektleder

Prosjektlederen ble tilbudt et permanent professorat ved UiB og ble rekruttert i januar 2005. Prosjektet kom i gang i forbindelse med at NFR kontaktet prosjektlederens nærmeste kolleger og andre forskere ved UiB for å få tilbakemelding på det første programforslaget til GASSMAKS. Sammen med kolleger leste den kommende prosjektlederen forslaget til utforming av programmet, noe som bidro til at de fikk god kjennskap til programmets innretning allerede før det startet. Forskergruppen hadde dessuten mottatt midler fra NFR til et tidligere prosjekt, da innenfor rammene for NFRs åpne utlysninger. Ifølge prosjektlederen var samarbeid med andre forskere ved Kjemisk institutt (UiB) helt nødvendig for at prosjektet skulle kunne gjennomføres.

C.2.2 Andre deltakende forskere og studenter

Prosjektet innebar samarbeid med forskere og studenter ved både norske og utenlandske universiteter. Tabell 6 viser deltakende forskere, deres rolle i prosjektet, samt i løpet av hvilken periode de deltok slik de blir presentert i sluttrapporten. Fem av personene kom fra UiB hvorav én var doktorgradskandidat, én postdoktor og én masterstudent.

Tabell 6 Prosjektdeltakere ifølge sluttrapporten.

Navn	Organisasjon	Rolle	Periode
Professor Karl Wilhelm Törnroos	UiB	Bidratt med signifikante analyseresultater.	Ikke spesifisert
Vidar R. Jensen	UiB	Felles rekruttering av doktorgradskandidat.	Ikke spesifisert
Dr. Mark Niemeyer	University of Stuttgart	Besøkte UiB for å opponere på Hanne-Marthe Sommerfeldts masteravhandling. Han holdt også en forelesning og deltok i forskningsrelaterede diskusjoner.	28.–31. mai 2008
Professor Joe Takats	University of Alberta	Besøkte UiB for å holde en forelesning og delta i diskusjoner rundt hvordan det gikk med forskningssamarbeidet innenfor rammene for det aktuelle prosjektet.	30. juli 2008
Professor Kazushi Mashima	University of Osaka	Besøkte UiB som gjesteforsker og holdt en forelesning samt bidro til stimulerende diskusjoner rundt det fortsatte forskningssamarbeidet. Han besøkte også Universitetet i Oslo for å holde en forelesning, med professor Mats Tilset som vert.	25. aug.–9. sept. 2008
Professor Wolfgang Scherer	University of Augsburg	Besøkte UiB som gjesteforsker, samarbeidet resulterte i en felles publisasjon ³⁸ .	7.–21. sept. 2008
Melanie Zimmermann	UiB	Doktorgradskandidat som gjennomførte forskning innenfor prosjektet og var veileder for utvekslingsstudenter. En del av avhandlingen hennes består av en artikkel forfattet sammen med professor Bob Waymouth ³⁹ . Hun deltok også som postdoktor i et påfølgende prosjekt (POSTLAND) bevilget innenfor rammene for Katalyse og organisk syntetisk kjemi II (KOSK II).	Feb. 2008–jan. 2010
Hanne-Marthe Sommerfeldt	UiB	Masterstudent og antakelig den første med to publikasjoner i nivå 2-tidsskrifter (Dalton Trans. og Inorg. Chem.). Hun tok eksamen i mai 2008 og begynte å jobbe innenfor industrien.	Sept. 2006–mai 2008
Hiroshi Kaneko	University of Osaka	Masterstudent som besøkte Universitetet i Bergen for å delta i forskningssamarbeidet rundt <i>N- and O-Donor Ln(III) derivatives</i> .	Sept.–des. 2007
Martin Dietrich	UiB	Postdoktor innenfor prosjektet.	Jan. 2008–des. 2009
Florian Auras	University of Augsburg (Scherer)	Masterstudent fra University of Augsburg, deltok i felles forskning rundt <i>solid-state magnetic measurements (SQUID)</i> .	Jan.–apr. 2008
Olaf Michel	Universität Münster	Doktorgradskandidat innenfor rammene for det aktuelle prosjektet. Mastereksamen i kjemi fra Universität Münster.	Juni 2008–mai 2011
Jeroen Volbeda	University of Groningen	Masterstudent fra University of Groningen (Prof. Dr. B. Hessen) som utførte forskning innenfor rammene for KOSK II-prosjektet AKTLAND.	Juni–sept. 2008
André Bienfait	Freie Universität Berlin	Mastergrad i kjemi fra Freie Universität Berlin. Doktorgradskandidat innenfor rammene for det aktuelle prosjektet. Jobbet fremdeles med prosjektet og publikasjoner ved tidspunktet for sluttrapporten.	Mai 2010–apr. 2013

Utover deltakerne presentert i Tabell 6 mottok prosjektet ligand-prekursorer til «Postlanthanidocene Library» fra professorene Helmut Sitzmann (University of

³⁸ H.-M. Sommerfeldt, C. Meermann, M. G. Schrems, K. W. Törnroos, N. A. Frøystein, R. J. Miller, E.-W. Scheidt, W. Scherer, og R. Anwander, «Characterization and reactivity of peralkylated LnIIAIII heterobimetallic complexes», Dalton Trans. 2008, 1899–1907.

³⁹ M. Zimmermann, K. W. Törnroos, R. M. Waymouth, og R. Anwander. «Structure-Reactivity Relationships of Amido-Pyridine-Supported Rare-Earth Metal Alkyl Complexes», Organometallics 2008, 27, 4310–4317.

Kaiserslautern, Tyskland), Francois Nief (UMR CNRS, Palaiseau, Frankrike), Joe Takats (University of Alberta, Canada), Mark Niemeyer (University of Stuttgart, Tyskland) og Markus Enders (University of Heidelberg, Tyskland).

C.3 Resultater og effekter

Tabell 7 viser prosjektets resultater i form av publikasjoner, konferansedeltakelse, annen resultatspredning, samt eksaminerte doktorer, ifølge det som er blitt rapportert til NFR.

Tabell 7 Resultater fra prosjektet.

Aktivitet	Type resultat	Antall
Vitenskapelige utgivelser	Publisert artikkel i antologi	23
	Publisert artikkel i periodika og serier	23
Internasjonale konferanser	Inviterte forelesninger og muntlige presentasjoner gitt av prosjektlederen	26
	Plakatpresentasjoner av master-/ph.d.-studenter og postdoktorer	12
	Muntlige presentasjoner gitt av ph.d.-studenter og postdoktorer	4
Brukerrettede formidlingstiltak	Rapporter, notater, artikler, foredrag på møter/konferanser rettet mot målgruppene i prosjektet	8
Doktorgrader	Doktorgrader	4

Ifølge prosjektlederen er det viktigste resultatet av prosjektet at man har kunnet utvikle nye katalysatorer for produksjon av syntetisk gummi basert på den kunnskapen som er blitt produsert. Industrien bruker en blanding av flere komponenter for å fremstille en katalysator, og målet med prosjektet var å utvikle en komponent som kunne erstatte en slik komplisert blanding. En fremdriftsrapport for perioden 1.10.2012–1.5.2013 forklarer:

Gummi finnes i et stort antall hverdagsprodukter. Den mest brukte kommersielle kilden for naturgummi er fortsatt gummitreet (Hevea brasiliensis), men i dag er likevel mer enn femti prosent av verdens produksjon laget syntetisk. Syntetisk gummi er av økende betydning siden kravene til materialegenskaper vokser med mer avanserte produkter. Såkalte Ziegler-Natta katalysatorer, vanligvis kommersielle, intrikate katalyseblandinger, blir brukt i produksjonen av syntetisk gummi. En av blandingene som finner industriell anvendelse består av sjeldne jordmetallkomponenter. Disse komponenter reagerer med klorid- og alkyloverførende reaktanter (kokatalysatorer) og gir svært aktive katalysatorer for syntese av polydiener (f. eks. polyisopren). Polymerisasjonsprosessen er ikke ennå helt forstått. Den økende betydningen av syntetisk gummi krever derfor en bedre forståelse av polymerisasjonsmekanismen, egenskapene til den aktive komponenten og rollen til katalysatorene.

Ytterligere et viktig resultat var at man lyktes med å utvikle en katalysator basert på et naturlig materiale. Ifølge prosjektlederen har forskningsresultatene hatt stor påvirkning på gummiindustrien og ført til et samarbeid mellom Universitetet i Tromsø (UiT) / UiB og Japans største gummiprodusent.

Prosjektlederen uttrykker at han er tilfreds med at samtlige doktorgradskandidater som deltok i prosjektet har blitt ansatt etter at de ble eksaminert, to i norske og utenlandske bedrifter og to ved UiB. En av verdens største produsenter av polypropen og bedriften

Huntsman (Texas, USA), en av verdens største produsenter av polyuretan, er blant bedriftene som blir nevnt. En av de eksaminerte doktorene ble ansatt som ansvarlig for koordinering av forskningsfinansiering gjennom EU-programmer ved Technische Universität Darmstadt. En av doktorgradskandidatene ble rekruttert sent i prosjektet, og på grunn av flere etterfølgende foreldrepermisjoner jobber han med å fullføre avhandlingen sin nå. Utover doktorgradskandidatene har også masterstudenter jobbet og produsert resultater innenfor prosjektet.

Prosjektlederen hadde, både før og etter GASSMAKS-prosjektet, finansiering til flere forskningsprosjekter fra den største frittstående forskningsfinansiøren i Tyskland, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), tre i perioden 2001–2008, og tre pågående.

Tidlig i GASSMAKS-prosjektet (1.10.2008) ble prosjektlederen tilbudt et professorat i uorganisk kjemi ved universitetet i Tübingen (*Eberhard Karls Universität Tübingen*) som han takket ja til. For å kunne fortsette samarbeidet og følge doktorgradskandidatens og postdoktorens arbeid i prosjektet til tross for flyttingen, ble han også tilbudt et professorat (professor II) ved Kjemisk institutt (UiB). Dette muliggjorde et fortsatt samarbeid, noe som var avgjørende for at prosjektet kunne fortsette. Etter overenskommelse mellom de to universitetene fullførte flere doktorgradskandidater arbeidene sine ved universitetet i Tübingen. GASSMAKS-prosjektet innebar samarbeid med forskere og studenter ved flere norske og utenlandske universiteter, og ifølge prosjektlederen har samarbeidet med flere av deltakerne fortsatt også etter prosjektets slutt, inklusive med forskere ved UiB.

C.4 Måloppnåelse

Ifølge prosjektlederen har prosjektet hovedsakelig nådd de oppsatte målene. I intervjuet beskriver han imidlertid at han fortsatt jobber med enkelte aspekter ved innholdet i prosjektsøknaden. Forskningen er uforutsigbar, og det omfattende arbeidet har gitt viktige resultater også utenfor søknadens rammer. På bakgrunn av sluttrapporten og intervjuet med prosjektlederen står det klart at prosjektet har bidratt til å bygge opp kompetanse i forskningsmiljøet ved Kjemisk institutt.

C.5 Betydningen av Forskningsrådets midler

At NFR bevilget støtte til prosjektet var avgjørende for at prosjektet i det hele tatt kunne gjennomføres ifølge prosjektlederen.

I Tyskland følger omkostninger til utstyr og personale (ofte doktorgradskandidater) med individet, det vil si forskeren som har fått bevilget de aktuelle midlene. Dermed kunne prosjektlederen ha med seg fire personer og utstyr finansiert av DFG da han kom til Bergen. Han kunne imidlertid ikke ta med seg utstyr anskaffet med midler bevilget av NFR da han forlot Bergen og flyttet til Tübingen. Det tyske systemet skiller seg fra den internasjonale normen. Det var til ulempe for prosjektlederen som byttet stilling, men samtidig til fordel for UiB og nåværende ansvarlig der.

Ettersom prosjektlederen selv verken snakker eller skriver norsk ble administrasjonen av prosjektet håndtert av kolleger. Kombinert med fravær av krav om undervisning ga dette prosjektlederen mulighet til å vie omfattende tid til forskning og publisering. Prosjektlederen opplevde likevel at administrasjonen rundt programmet fungerte bra, inklusive søknadsprosess og rapportering. Til forskjell fra i det tyske systemet blir all prosjektadministrasjon håndtert sentralt på institusjonen, noe som er til hjelp for den enkelte forsker.

Vedlegg D Casestudie Plastics from CO₂

Det brukerstyrte innovasjonsprosjektet Plastics from CO₂ (PLACO₂), som ble gjennomført mellom 1. september 2009 og 31. desember 2012, ble ledet av Norner AS. Prosjektet genererte omfattende resultater og effekter ifølge både prosjektlederen og sluttrapporten.

D.1 Oversikt

Tabell 8 Plastics from CO₂ (PLACO₂).

Prosjektnummer og tittel	192846 Plastics from CO ₂ (PLACO ₂)
Prosjekttype	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt
Prosjektperiode	1.1.2009–31.12.2012
Budsjett (NFRs andel)	23 051 000 (10 700 000)
Prosjektledende organisasjon	Norner AS
Aktive partnere	Konsortiepartnere: Yara AS RPC Superfos AS FoU-underleverandører: Imperial College London Chalmers tekniska högskola UiO Innventia Høgskolen i Telemark

D.2 Bakgrunn

I forbindelse med Borealis' avvikling i Norge ble både de ansatte og laboratorievirksomheten ved Borealis Norwegian Innovation Centre i Grenland omorganisert. Senere ble de en del av Norner AS. Denne nystarten ga virksomheten med tretti års erfaring og unik kompetanse rom for kreativitet og relativt fritt valg av fokusområder og angrepsmåter.

Av sluttrapporten går det frem at Norner hadde identifisert et behov for å fordype den vitenskapelige og tekniske kunnskapen sin for å omdanne karbondioksid til nye, bærekraftige og billige polymerer hvor 30–50 masseprosent av den fossile råvaren erstattes med karbondioksid. Da prosjektet ble satt i gang var det en voksende industriell interesse verden over for bruk av karbondioksid som råvare i fremstilling av polymerer, men det fantes ingen storskala produksjon og polymerene hadde bare enkelte spesifikke bruksområder, for eksempel ble de brukt som offermateriale. Norner og de øvrige prosjektdeltakerne ville, gjennom prosjektet, undersøke og vise potensialet for polymerer fremstilt av karbondioksid i produksjonssammenhenger med større volum, for eksempel i emballasjefremstilling.

Prosjektet, som besto av flere deler, ble ledet av Norner og engasjerte hele bedriften. Norners omfattende kompetanse utgjorde et utmerket grunnlag for å utvikle den nye teknologien.

RPC Superfos er en av Europas ledende produsenter av sprøytetøpt plastemballasje blant annet til matvarer. Bedriften etterstreber å redusere CO₂-avtrykket både fra egen virksomhet og gjennom å bruke polymerer fremstilt av ikke-fossile råvarer. RPC Superfos bidro med in natura-bidrag i prosjektet gjennom å ha ansvaret for oppskalering av fremstilling av plastemballasje til industriell skala.

Yara er Europas største ammoniakkprodusent og ledende produsent av karbondioksid og tørris. Ved tidspunktet for prosjektet var bedriften på leting etter ytterligere avsetning for CO₂-produkter av industriell kvalitet. Yara var råvareleverandør i prosjektet og bidro med arbeidstid og materialer.

Imperial College, UiO og Chalmers tekniska högskola (CTH) i Göteborg deltok som forskningspartnere i prosjektet, CTH gjennom en doktorgradskandidat. Imperial College og deres Williams Research Group gikk imidlertid fra å være partner til å bli underleverandør for Norner i løpet av prosjektet. Prosjektet omfattet også et forskningssamarbeid med og et eksamensarbeid ved Høgskolen i Telemark (HiT). Det ble gjort et mislykket forsøk på å opprette et forskningssamarbeid med et Fraunhofer-institutt i Bochum via Yara. (Norner og Fraunhofer-instituttet har imidlertid etablert en plattform for videre samarbeid på dette og andre områder etter prosjektets slutt.)

D.3 Resultater og effekter

Dette var Norners første prosjekt med støtte fra NFR. Prosjektet innebar mange nye muligheter og bidro til at bedriften kunne etablere kompetanse langs hele verdikjeden, fra råvare til foredling, katalysator og fremstilling av produkter. Norner har, innenfor prosjektet, utviklet en ny type plast som har medført at bedriften har blitt mer synlig i bransjen og i forskningsfeltet. Dette beskriver sluttrapporten på følgende måte:

Through the four-year Plastics from CO₂ project, Norner has developed a position as a recognised player in the emerging “Carbon Capture and Use” industry. Norner has had business discussions with most of the leading companies in the field, both in Europe, US and Asia, and is actively pursuing further technology development projects in the field.

Representanter for Norner har besøkt en rekke bedrifter i Europa, Asia og USA innenfor rammene for prosjektet. En del av besøkene har ført til videre diskusjoner og samarbeid, og i enkelte tilfeller har det blitt bedrevet parallelle prosjekter, for eksempel med Unilever og Novomer i 2010 og 2011. Norner har også deltatt i Nettverk for industriell utnyttelse av CO₂, et BIA-prosjekt finansiert av NFR.

Prosjektets sluttrapport presenterer følgende resultater:

- fem patentsøknader
- omfattende vitenskapelig og teknisk kunnskap, samt kunnskap om patentering
- modeller som grunnlag for oppskalering av polymerisering av høymolekylært polypropenkarbonat (PPC)
- to artikler publisert i vitenskapelig granskede tidsskrifter, ytterligere tre artikler klare til innlevering og flere konferansepresentasjoner
- etablering av fire bedrifter
- nye forretningsmuligheter for Norner som partner og underleverandør av forskning
- en første versjon av et pilotanlegg for fremstilling av PPC og relaterte produkter
- evaluering av bruk av PPC i ulike typer emballasje:
 - PPC-blanding med polyolefiner eller biopolymerer (melkesyre, stivelse) for sprøytetøping og formblåsing
 - PPC i flerlagskonstruksjoner (for eksempel beleggsmateriale på papp og andre substrater)
 - PPC-kompositter med grafen og karbonnanorør for å øke temperaturbestandighet og mekaniske egenskaper

Som Tabell 9 viser har prosjektet og resultatene blitt synliggjort svært godt gjennom hele 80 brukerrettede formidlingstiltak. Ifølge prosjektlederen har prosjektresultatene blitt spredt til bedrifter i Europa og resten av verden med suksess, og Norner blir

betraktet som en attraktiv partner med unik ekspertise på området takket være prosjektet.

Tabell 9 Resultater fra prosjektet.

Aktivitet	Type resultat	Antall
Vitenskapelige utgivelser	Publisert artikkel i periodika og serier	2
Brukerrettede formidlingstiltak	Rapporter, notater, artikler, foredrag på møter/konferanser rettet mot målgruppene i prosjektet	80
	Oppslag i massemedia (aviser, radio, TV m.m.)	15
Allmennrettede formidlingstiltak	Populærvitenskapelige publikasjoner (artikler/bøker, debattbøker/-artikler, høringer, utstillinger, skjønnlitteratur etc.)	4
Næringsrettede FoU-resultater	Ferdigstilte nye/forbedrede metoder/modeller/prototyper	4
	Ferdigstilte nye/forbedrede tjenester	1
Kommersielle resultater med bidrag fra prosjektet	Søkte patenter (samme patent søkt i flere land regnes som ett patent)	5
	Ny virksomhet	Nye foretak som følge av prosjektet

Prosjektet har direkte eller indirekte bidratt til oppstarten av fire nye bedrifter. Norner Verdandi AS ble opprettet for å kommersialisere Norners forskningsresultater, hvor foreliggende prosjekt lå bak det første. Både Norner IP AS og CO₂ Technologies AS ble grunnlagt som direkte resultater av prosjektet. Eonic Technologies Ltd ble startet for å kommersialisere katalyseplattformen utviklet ved Imperial College, og som et direkte resultat av prosjektet investerte Norner i bedriften (opprinnelig eierandel cirka 35 %, nå cirka 5 %).

I 2012 fikk Norner støtte fra Innovasjon Norge til å bygge et pilotanlegg som ikke kunne realiseres innenfor GASSMAKS-prosjektet. Innenfor en total kostnadsramme på 53 millioner kroner bidro Innovasjon Norge med 15 millioner kroner gjennom Miljøteknologiordningen og SkatteFUNN.⁴⁰ Bevilgningen ble imidlertid ikke benyttet siden Norner ikke lyktes med å finne en industripartner. Norner jobber imidlertid fortsatt med å finne en industripartner til et pilotanlegg med en revidert kostnadsramme.

Takket være resultatene fra GASSMAKS-prosjektet og bedriftens videre arbeid blir Norner betraktet som ekspert på «grønne polymerer». Bedriften blir i stadig høyere grad invitert til å delta i internasjonale prosjekter og til å presentere arbeidet sitt. Gjennom å aktivt spre prosjektresultatene i media har Norner fått internasjonal oppmerksomhet som har fått andre bedrifter til å ta kontakt. Pressemeldingene om innvilgningen av GASSMAKS-prosjektet⁴¹, støtten fra Innovasjon Norge og investeringen i Eonic Technologies Ltd⁴² sies å ha pekt på viktige milepæler i prosjektet.

D.4 Måloppnåelse

Ifølge prosjektlederen har prosjektet nådd de overgripende målene, som var å demonstrere den tekniske, økonomiske og miljømessige gjennomførbarheten i

⁴⁰ «Norner etablerer pilot produksjon av CO₂ plast i Grenland», pressemelding, Norner, 19.1.2012.

⁴¹ «Norner will lead major research project on polymers based on CO₂», pressemelding, Norner, 6.2.2009.

⁴² «Norner Verdandi acquires 30 % of Eonic as a strategic investment within the CO₂ plastics field», pressemelding, Norner, 13.2.2012.

fremtidige industrielle prosesser for fremstilling av bærekraftig plast fra karbondioksid og olje- og/eller biobaserte co-monomerer, samt å produsere slik plast til identifiserte bruksområder. Følgende delmål er oppnådd:

- utvikle *proof-of-concept* for ny katalysatorteknologi og prosesssteknologi for produksjon av plast fra CO₂ og epoksider
- avgjøre den tekniske muligheten for å syntetisere epoksider og andre monomerer fra biomasse
- karakterisere polymeregenskaper, inklusive blandinger og kompositter
- identifisere viktige bruksområder og definere produktkonsepter
- evaluere markedspotensial for utvalgte former for praktisk bruk
- utvikle en patentportefølje
- produsere vitenskapelige publikasjoner og spre resultatene i media

Delmålet å utforme og patentere prosessen for å kunne bygge et pilotanlegg for produksjon og markedsføring av plastene ble delvis oppnådd innenfor GASSMAKS-prosjektet ved at en grovskisse for prosessen ble utviklet og at deler av prosessen, knyttet til rensing og oppgradering av polymeren, ble patentert.

Prosjektlederen mener prosjektet har bidratt til GASSMAKS' delmål om oppbygging av kompetanse i forskningsmiljøene som grunnlag for utvikling av ny teknologi, samt til en forskningsbasert utvikling av ny teknologi i industrien. Prosjektet anses også å ha bidratt til delmålet å utvikle ny og eksisterende næringsvirksomhet, samt målet om miljøforbedring i forhold til eksisterende teknologi.

D.5 Betydningen av Forskningsrådets midler

Prosjektet og resultatene blir fremhevet som viktige i bedriftens totale prosjektportefølje. Støtten fra GASSMAKS har bidratt til at Norner har nådd en fremstående posisjon innenfor det aktuelle området, og ifølge prosjektlederen hadde de nok ikke gjennomført prosjektet i samme omfang uten offentlig finansiering. Prosjektet hadde muligens blitt gjennomført i betydelig mindre skala, uten samme kraft i gjennomføringen, noe som ville betydd mer beskjedne resultater. Administrasjonen rundt prosjektet samt kommunikasjonen med NFR fungerte utmerket ifølge prosjektlederen, og rapporteringskravene blir vurdert som rimelige.

Norner har videreført det arbeidet som ble startet gjennom prosjektet, og ved tidspunktet for denne evalueringen holder de på å utvikle strategier med utgangspunkt i resultatene. Prosjektet var et startskudd for bedriften innenfor området, og det passet godt inn i den øvrige virksomheten. Ifølge prosjektlederen har prosjektet også generert betydelige inntekter for Norner. Bedriften har som et resultat av prosjektet fått et utvidet forskningsnettverk og deltar nå i andre prosjekter som baserer seg på resultater fra GASSMAKS-prosjektet. Sammenlagt utgjorde GASSMAKS-prosjektet et viktig og godt grunnlag for Norners videre utvikling på området.

Vedlegg E Casestudie SINTEF Materialer og kjemi

Denne casestudien har til hensikt å gi et bilde av SINTEF Materialer og kjemis (heretter SINTEF MKs) samlede deltakelse i GASSMAKS. SINTEF MK, som er et institutt innenfor SINTEF-konsernet med cirka 450 ansatte, utfører forskning og utviklingsoppdrag innenfor kjemi, biologi, materialteknologi og bioteknologi.

E.1 Oversikt

SINTEF MK har mottatt støtte til 15 prosjekter i GASSMAKS, se Tabell 10. Seks av disse er sluttrapportert. At de øvrige 9 prosjektene ikke har levert inn sluttrapporter skyldes dels at 3 av dem er forprosjekter uten krav om rapportering, dels at 5 av prosjektene blir avsluttet først i henholdsvis juli og desember 2016. Ett av prosjektene ble avsluttet så nylig at sluttrapporten ikke har kommet med i casestudien av den grunn.

Tabell 10 GASSMAKS-prosjektene SINTEF MK har ledet og leder.

Prosjektledende avdeling, arbeidssted, prosjektleder	Prosjektnummer og tittel	Prosjektperiode	Budsjett (NFRs støtte)	Virkemiddel
Olje og gass, Oslo, Elisabeth Tangstad	182486 New concepts for conversion of natural gas to aromatics	01.08.2007–31.12.2007	100 000	Forprosjekt
Prosessindustri, Trondheim, Richard Heyn	182524 Utilization of CO ₂ via Catalysis in Ionic Liquid Phases	31.12.2007–01.09.2011	3 839 000	Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning Sluttrapportert
Bioteknologi og nanomedisin, Trondheim, Trond Ellingsen	182545 Understanding and improving microbial production of L-glutamate from methanol by Bacillus methanolicus	01.07.2007–31.12.2011	12 934 000	Forskerprosjekt Sluttrapportert
Olje og gass, Trondheim, Tommy Møkkelbost	182546 Gas Anode for Metal Electrowinning	01.09.2007–30.06.2012	7 150 000	Forskerprosjekt Sluttrapportert
Olje og gass, Oslo, Elisabeth Tangstad	187230 New concepts for conversion of natural gas to liquid products	01.01.2008–01.11.2009	2 150 000	Forskerprosjekt Sluttrapportert
Olje og gass, Trondheim, Elisabeth Tangstad	193895 Analyseverktøy for teknisk/kommersiell vurdering av alternative avtak av naturgass	12.01.2009–30.06.2009	370 000	Forprosjekt
Bærekraftig energi, Oslo, Ole Swang	195081 Katalysatorutvikling for formaldehydproduksjon - Forprosjekt	20.04.2009–30.11.2009	115 000	Forprosjekt
Bærekraftig energi, Trondheim, Leiv Kolbeinsen	208374 KMB - GASFERROSIL - Use of Natural Gas in Ferroalloy and Si production and Ilmenite processing	01.06.2011–31.12.2012	4 191 000	Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning Sluttrapportert

Prosjektledende avdeling, arbeidssted, prosjektleder	Prosjektnummer og tittel	Prosjektperiode	Budsjett (NFRs støtte)	Virkemiddel
Olje og gass, Trondheim, Rune Myrstad	215519 Co-based supports and catalysts for conversion of natural gas into synthetic diesel	02.01.2012–31.12.2014	2 898 000	Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning Sluttrapportert
SINTEF MK, Oslo, Arne Karlsson	215546 Taming reconstruction and loss of Platinum metals in high temperature industrial CATalytic processes	01.03.2012–01.03.2015	5 390 000	Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning
Materialer og nanoteknologi, Trondheim, Halvor Dalaker	224942 Kinetics and Selectivity of Reactions during Oxide reduction using natural gas	01.01.2013–31.12.2015	9 000 000	Forskerprosjekt
Olje og gass, Trondheim, Leiv Kolbeinsen	224950 KMB - GASFERROSIL PhII - Use of Natural Gas in Ferroalloy and Si production and Ilmenite processing	01.01.2013–31.12.2016	6 190 000	Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning
Olje og gass, Trondheim, Trygve Brautaset	224973 Biotechnological Production of L-lysine and Cadaverine from Methanol	01.01.2013–31.12.2015	6 000 000	Forskerprosjekt
Bærekraftig energi, Trondheim, Halvor Dalaker	233825 Chrome Oxide Reduction - an Atomic Level modelling and Spectrographic Experimental Approach	01.01.2014–31.12.2016	9 972 000	Forskerprosjekt
Bioteknologi og nanomedisin, Trondheim, Bjørnar Arstad	233848 CATalyst transformations and LIFETIME by in-situ techniques and modelling (CATLIFE)	01.03.2014–31.07.2016	4 618 000	Forskerprosjekt

SINTEF MK er organisert i følgende avdelinger: Prosessindustri, Bærekraftig energi, Materialer og nanoteknologi, Olje og gass, Miljø, og Bioteknologi og nanomedisin. De fire førstnevnte avdelingene har vært prosjekteiere for majoriteten av SINTEF MKs GASSMAKS-prosjekter. Som allerede nevnt var tre av prosjektene forprosjekter, og av de resterende var sju forskerprosjekter og fem kompetanseprosjekter med brukermedvirkning. Sammenlagt har prosjektene, i tråd med GASSMAKS' langsiktige mål, en overgripende ambisjon om å bidra til å bygge opp kompetanse i forskningsmiljøene som grunnlag for utvikling av ny teknologi. Prosjektene har imidlertid hatt ulike tilnærminger og mål for forskning og utvikling.

Utover disse prosjektene har SINTEF MK deltatt i omtrent like mange GASSMAKS-prosjekter ledet av bedrifter, institutter eller universiteter. I de tilfellene hvor prosjekteieren har vært et universitet har prosjekttypen vært forskerprosjekt. Prosjekter ledet av bedrifter har vært innovasjonsprosjekter i næringslivet. Samtlige av innovasjonsprosjektene SINTEF medvirker i pågår fremdeles.

Denne casestudien baserer seg hovedsakelig på intervjuer med fire personer som på ulike måter har vært involvert i SINTEF MKs GASSMAKS-prosjekter. Tre av personene har hatt et overgripende sjefsansvar for prosjektene og én har vært prosjektleder.

Duncan Akporiaye, forskningsdirektør for SINTEF MK, har hatt et overgripende ansvar for de prosjektene som har omfattet forskning på konvertering av naturgass til kjemikalier i fast eller flytende form.

Nina Dahl, forskningssjef for avdelingen Industriell prosesssteknologi, har hatt den mest omfattende prosjektporteføljen ettersom hun er ansvarlig for forskning rundt metallfremstilling via reduksjon (metaller i et bredt perspektiv, eksempelvis jern og krom). Dette forskningsområdet er nært knyttet til ferrolegeringsindustrien. De aktuelle prosjektene omfatter forskning på naturgass som reduksjonsmiddel i metallfremstillingsprosesser.

Rune Bredeesen, forskningssjef for avdelingen Bærekraftig energiteknologi, har hatt ansvaret for to forskningsprosjekter som har omfattet fast aluminiumfremstilling ved hjelp av naturgass. Prosjektene har hatt til hensikt å utvikle prosesser for å minske energiforbruket gjennom å bruke naturgass som reduksjonsmiddel i fremstilling av aluminium. I prosjektene har man spesielt undersøkt kombinasjonen av kullelektrolyse sammen med naturgass. I dag blir fast aluminium produsert ved hjelp av kullanoder og elektrolyse i en smelte. Det er mange problemer forbundet med denne prosessen, blant annet at det forbrukes veldig mye energi.

Tommy Møkkelbost har vært prosjektleder for ett av de to prosjektene innenfor fast aluminiumfremstilling via naturgass (se ovenstående beskrivelse av forskningsområdet).

E.2 Bakgrunn

Ett av intervjuobjektene deltok, sammen med kolleger, i forarbeidet til GASSMAKS. SINTEF MK bedrev allerede da forskning rundt konvertering av naturgass og kunne dermed, når programmet var etablert, tidlig søke om prosjekter sammen med Statoil, som også var interessert i konverterings spørsmål. Ved avdelingen for industriell prosesssteknologi så man tidlig potensialet i å bruke naturgass som reduksjonsmiddel for metallfremstilling, og har siden programmets begynnelse fått midler til en rekke prosjekter innenfor dette området.

Parallelt med programstarten vedtok SINTEF MK en intern strategisk satsing på foredling av naturgass med mål om å øke utbyttet av programmet. I tre år finansierte instituttet selv naturgassrelaterte prosjekter med tre millioner kroner per år. Intervjuobjektene opplever at det har vært vanskelig å få ekstern finansiering til forskning på konvertering av naturgass utover GASSMAKS.

Som Tabell 10 viser har majoriteten av prosjektene vært forskningsprosjekter med 100 prosent finansiering gjennom GASSMAKS. De siste årene har det blitt påbegynt åtte innovasjonsprosjekter sammen med bedrifter.

E.3 Resultater og effekter

Samtlige av intervjuobjektene poengterer at foredling av naturgass er et relativt umodent forskningsfelt. De mener at det viktigste resultatet av prosjektene har vært den samlede kunnskapsoppbyggingen. Ett av intervjuobjektene kom med eksempler på hvordan den økte kunnskapen innenfor spesielt katalyseområdet knyttet til prosessindustrien har vært viktig for instituttet, universitetene og industrien. Formålet med prosjektene har vært å generere grunnleggende kunnskap som kan føre til effektivisering av industrielle prosesser snarere enn kunnskapsoppbygging for utvikling av nye produkter. Intervjuobjektet peker på hvordan resultatene fra katalyseprosjektene, liksom fra øvrige prosjekter, kan overføres til og brukes innenfor flere teknologiområder.

Det har vært viktig å spre resultatene i form av publikasjoner, rapporter og workshoper. Tabell 11 viser blant annet antallet rapporter og artikler fra de seks prosjektene som hittil har levert sluttrapporter. Ifølge et intervjuobjekt har resultatspredning til og samarbeid med nye bedriftskontakter økt de senere årene.

Tabell 11 Resultater for de seks prosjektene som hittil er sluttrapportert. Tre er forskerprosjekter og tre er kompetanseprosjekter med brukermedvirkning. Kilde: NFRs prosjektoppfølgning.

Aktivitet	Type resultat	Antall
Vitenskapelige utgivelser	Publisert artikkel i antologi	1
	Publisert artikkel i periodika og serier	7
	Publiserte monografier	1
Brukerrettede formidlingstiltak	Rapporter, notater, artikler, foredrag på møter/konferanser rettet mot målgruppene i prosjektet	33
Allmennrettede formidlingstiltak	Oppslag i massemedia (aviser, radio, TV m.m.)	1
	Populærvitenskapelige publikasjoner (artikler/bøker, debattbøker/-artikler, høringer, utstillinger, skjønnlitteratur etc.)	4
Ny virksomhet	Nye foretak som følge av prosjektet	1
Doktorgrader	Doktorgrader	2

Tre doktorgradskandidater og én postdoktor har vært sysselsatt i de seks prosjektene som er sluttrapportert, og tre doktorgradskandidater og tre postdoktorer har blitt ansatt i de seks prosjektene som ennå ikke har levert sluttrapporter.

Instituttens rolle er hovedsakelig å bidra med forskning og utvikling av industrielle prosesser og produkter, noe som innebærer at forskningsprosjekter instituttet leder som regel ikke kan forventes å resultere i konkrete produkter eller ulike former for kommersialiseringsaktiviteter. SINTEF MK har et nært samarbeid med prosessindustrien, eksempelvis med INEOS, Dynea, Yara og Statoil, som alle spiller en viktig rolle for teknologiutviklingen i Europa. Et av intervjuobjektene poengterer at det er viktig for prosessindustrien at instituttene har forskningsbasert kompetanse og dermed kan støtte bedriftene i utviklingen av ny teknologi. Den kunnskapen SINTEF MK har utviklet gjennom programmet oppgis å ha økt instituttets tiltrekningskraft overfor bedrifter.

Intervjuobjektene er enige om at kunnskapsutviklingen fra prosjektene også har gitt instituttet en sterkere posisjon. Det har dermed kunnet konkurrere, med suksess, om å delta i internasjonale søknader og prosjekter, og de siste årene har instituttet deltatt i flere prosjekter innenfor EUs sjuende rammeprogram og Horisont 2020.

Et av intervjuobjektene forklarer at det generelt tar 15–20 år før man ser effekter i industrien av den typen resultater forskerprosjektene genererer. Samtidig kommer et annet intervjuobjekt med et eksempel på hvordan et forskerprosjekt i GASSMAKS raskt har blitt implementert i industrien. SINTEF MK hadde ansvaret for utviklingen av et prosessstrinn sammen med underleverandøren til en kunde, noe som senere førte til økt kvalitet på kundens produkter. Intervjuobjektet reflekterer rundt instituttets rolle:

Et institutt forsker og bidrar til en bedrifts prosess som igjen kan øke konkurransekraften for en annen bedrift. Denne typen effekter er viktige, men kan være vanskelige å identifisere.

SINTEF MK ser sitt engasjement i GASSMAKS i et langsiktig perspektiv. Det har funnes en bevissthet om at kunnskapsoppbyggingen fra prosjektene, sammen med krav om minskede CO₂-utslipp og Norges naturgassressurser, først forventes å resultere i mer omfattende effekter for Norge nærmere 2030.

E.4 Måloppnåelse

Intervjuobjektene oppfatter at de avsluttede forskerprosjektene totalt sett har vært vellykkede, og bildet er at oppsatte prosjektmål generelt er nådd. Innovasjonsprosjektene pågår fremdeles, og intervjuobjektene antyder at de allerede nå ser ut til å føre til interessante resultater. Innovasjonsprosjektene omfatter flere ulike konsepter for mer effektive prosesser og kan til en viss grad klassifiseres som høyriskoprojekter. Den brede tilnærmingen i innovasjonsprosjektene følger imidlertid en bevisst strategi der SINTEF MK i neste steg bestemmer hvilke prosjektinnretninger som virker lovende nok til å gå videre med i oppfølgingsprosjekter. Selv om det finnes en forventning om at innovasjonsprosjekter skal generere resultater på relativt kort tid, dreier det seg vanligvis om et par år før prosjektmål kan realiseres.

Flere av GASSMAKS' delmål bygger på forventninger om samspill mellom grunnforskning, anvendt forskning og innovasjon. Foregående avsnitt gir en indikasjon på at det til en viss grad har funnet sted, men kanskje ikke i så stor utstrekning som man opprinnelig hadde håpet på ettersom andelen innovasjonsprosjekter har blitt lavere enn tenkt. Intervjuobjektene poengterer at fordelingen mellom virkemidler er som man kan forvente seg for et program med langsiktighet som grunnleggende strategi. Å forvente seg noe annet ville vært urealistisk. Et av intervjuobjektene mener at bedriftene har vist en stadig større interesse for foredling av naturgass i takt med at forskningsområdet har blitt bygget opp, og dersom programmet skulle fortsatt ville det sannsynligvis blitt flere innovasjonsprosjekter som hadde resultert i innovasjoner i form av produkter og teknologi. Kanskje var programmet forut for sin tid med tanke på de senere årenes økte fokus på at naturgass også kan gi et positivt bidrag i klimaspørsmålet?

Ifølge intervjuobjektene har resultatene fra SINTEF MKs prosjektportefølje delvis bidratt til både det overgripende programmålet og til de delmålene som dreier seg om å legge grunnlaget for ny teknologi (selv om det oftere dreier seg om forbedrede industriprosesser snarere enn ny teknologi i SINTEF MKs tilfelle). Et av intervjuobjektene påpeker at flere av prosjektene har resultert i kunnskap innenfor helt nye forskningsfelt og på den måten også bidratt til å legge grunnlaget for utvikling av ny næringsvirksomhet. Når det gjelder GASSMAKS' delmål om å utvikle teknologi som innebærer en miljøforbedring i forhold til eksisterende teknologi er det usikkert i hvilken grad prosjektene har bidratt. Et annet intervjuobjekt reflekterer rundt hvorvidt samspill mellom GASSMAKS og eksempelvis CLIMIT-programmet kunne ha ført til tydeligere miljøforbedrende resultater.

E.5 Betydningen av Forskningsrådets midler

Samtlige av intervjuobjektene er enige om at programmet var avgjørende for at det overhodet ble noe av forskerprosjektene. I og med at innovasjonsprosjektene i prinsippet bygger på resultater fra forskerprosjektene har programmet vært avgjørende også for dem. Det spesialiserte forskningsfeltet sammen med den langsiktige og systematiske satsingen oppgis å ha gjort GASSMAKS unikt. Under slike omstendigheter kunne SINTEF MK også rettferdiggjøre å satse interne strategiske midler og få stort utbytte av disse.

Instituttet har nylig etablert et senter for innovasjon der også den metallurgiske industrien deltar. Tidligere prosjekter og problemstillinger som har vært av strategisk karakter kan følges opp her, hvor man blant annet jobber videre med enkelte problemstillinger fra GASSMAKS-prosjektene.

E.6 Refleksjon

Prosessindustrien og nedstrømsindustrien er en viktig sektor for Norge med betydelig tilvekstpotensial, og ifølge intervjuobjektene hadde det vært vanskelig å realisere dette potensialet om ikke kompetansen som er bygget opp rundt foredling av naturgass ble fulgt opp med ytterligere forsknings- og utviklingssatsinger. SINTEF MK søker stadig om EU-midler til oppfølgende naturgassrelatert forskning, og intervjuobjektene påpeker hvor viktig det er med samspill mellom forskningen i Norge og forskningen i

EU og andre internasjonale sammenhenger. Det er avgjørende at det finnes en kobling mellom nasjonale fokusområder og EUs rammeprogram. Da kan SINTEF MK fokusere på å bygge opp kompetanse innenfor nasjonalt viktige forskningsområder og samtidig ha bedre muligheter til å konkurrere i rammeprogrammet. Mulighetene til å kunne søke om oppfølgingsprosjekter på nasjonalt nivå etter et avsluttet EU-prosjekt, for å ta vare på resultater generert i EU-sammenheng, oppgis også som avgjørende for å forvalte kunnskapsoppbyggingen og utvikle teknologi som er viktig for Norge. Intervjuobjektene poengterer betydningen av å beholde bedrifter som kan foredle naturgass i Norge, og mener at bedriftenes sterke interaksjon med SINTEF MKs forskningsvirksomhet kan minske risikoen for nedleggelse ved eventuelle oppkjøp av utenlandske bedrifter.

